

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

PROSPEKTIVE, RANDOMISIERTE, KLINISCHE PILOTSTUDIE ZUR
UNTERSUCHUNG DER POSTOPERATIVEN NACHBEHANDLUNG VON PATIENTEN
MIT DISTALER RADIUSFRAKTUR NACH PALMARER WINKELSTABILER
PLATTENOSTEOSYNTHESE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrads
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Ursula Schmid

2011

AUS DER ABTEILUNG
FÜR UNFALLCHIRURGIE
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

PROSPEKTIVE, RANDOMISIERTE, KLINISCHE PILOTSTUDIE ZUR
UNTERSUCHUNG DER POSTOPERATIVEN NACHBEHANDLUNG VON PATIENTEN
MIT DISTALER RADIUSFRAKTUR NACH PALMARER WINKELSTABILER
PLATTENOSTEOSYNTHESE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrads
der Medizin

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Ursula Schmid

2011

Dekan:

1. Berichterstatter:

2. Berichterstatter:

Tag der mündlichen Prüfung:

Prof. Dr. Bernhard Weber

Prof. Dr. med. Michael Nerlich

PD Dr. Martin Proescholdt

30. Mai 2011

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 2 | THEORETISCHE GRUNDLAGEN | 3 |
| 2.1 | Wesentliche anatomische Aspekte | 3 |
| 2.1.1 | Strukturelle Anatomie | 3 |
| 2.1.1.1 | Knochen | 3 |
| 2.1.1.2 | Bänder und Gelenke | 4 |
| 2.1.2 | Funktionelle Anatomie | 5 |
| 2.1.2.1 | Bewegungsachsen | 5 |
| 2.1.2.2 | Das Drei-Säulen-Modell | 6 |
| 2.1.2.3 | Funktionelle Anatomie der Bänder | 6 |
| 2.2 | Die distale Radiusfraktur | 8 |
| 2.2.1 | Epidemiologie | 8 |
| 2.2.2 | Pathomechanismus | 8 |
| 2.2.3 | Klassifikationen | 10 |
| 2.2.3.1 | Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) | 11 |
| 2.2.3.2 | Klassifikation nach Fernandez | 12 |
| 2.2.3.3 | Klassifikation nach Pechlaner | 13 |
| 2.2.4 | Carpale Begleitverletzungen | 15 |
| 2.2.4.1 | Häufigkeit | 15 |
| 2.2.4.2 | Diagnostik | 16 |
| 2.2.4.3 | Therapie | 17 |
| 2.2.5 | Versorgung distaler Radiusfrakturen | 17 |
| 2.2.5.1 | Therapieprinzipien | 17 |
| 2.2.5.2 | Konservative Therapie | 19 |
| 2.2.5.3 | Operative Therapie | 21 |
| 2.2.5.4 | Therapiewandel der distalen Radiusfraktur | 26 |
| 2.2.6 | Komplikationen nach distalen Radiusfrakturen | 27 |
| 2.2.6.1 | Allgemeine Komplikationen distaler Radiusfrakturen | 28 |
| 2.2.6.2 | Intraoperative Komplikationen | 28 |
| 2.2.6.3 | Sekundäre Dislokation | 28 |
| 2.2.6.4 | Postoperative Komplikationen der Sehnen | 29 |
| 2.2.6.5 | Postoperative Komplikationen der Nerven | 30 |
| 2.2.6.6 | Chronisch regionales Schmerzsyndrom | 30 |
| 2.2.6.7 | Komplikationen durch das Implantat | 31 |
| 2.2.6.8 | Mögliche Komplikationen durch die Ruhigstellung | 31 |
| 2.3 | Wesentliche Scores zur Beurteilung des klinischen Ergebnisses | 32 |
| 2.3.1 | Kapandji Score zur Beurteilung der Daumenopposition | 32 |
| 2.3.2 | Funktionelle Mischscores | 32 |
| 2.3.2.1 | Cooney und Bussey Score | 32 |
| 2.3.2.2 | Mayo Wrist Score | 34 |
| 2.3.2.3 | Krimmer Score | 35 |
| 2.3.3 | Fragebögen zur subjektiven Bewertung von Gesundheitszustand und Funktion | 36 |
| 2.3.3.1 | SF 36 | 36 |
| 2.3.3.2 | DASH | 36 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 3 | ZIELSETZUNG | 38 |
| 4 | PATIENTEN UND METHODIK | 39 |
| 4.1 | Patienten | 39 |
| 4.1.1 | Patientenkollektiv | 39 |
| 4.1.2 | Gruppen | 39 |
| 4.2 | Methodik | 40 |
| 4.2.1 | Studienaufbau | 40 |
| 4.2.1.1 | Verblindung | 40 |
| 4.2.1.2 | Randomisierung | 40 |
| 4.2.1.3 | Zeitlicher Ablauf | 40 |
| 4.2.1.4 | Aufklärung und Einverständniserklärung | 40 |
| 4.2.1.5 | Allgemeine Patientendaten | 40 |
| 4.2.1.6 | Nachsorgeuntersuchung | 41 |
| 4.2.1.7 | Zusätzliche Untersuchungen | 41 |
| 4.2.1.8 | Fragebögen | 42 |
| 4.2.2 | Techniken | 42 |
| 4.2.2.1 | Untersuchungstechniken und Hilfsmittel | 42 |
| 4.2.2.2 | Technische Untersuchung | 43 |
| 4.2.3 | Statistische Methoden | 43 |
| 4.3 | Ethikantrag | 44 |
| 5 | ERGEBNISSE | 45 |
| 5.1 | Patientenkollektiv | 45 |
| 5.2 | Untersuchungen | 48 |
| 5.2.1 | Teilnahme an Untersuchungen | 48 |
| 5.2.2 | Schmerz | 50 |
| 5.2.3 | Fingerfunktion | 54 |
| 5.2.4 | Handgelenksbeweglichkeit | 58 |
| 5.2.5 | Kraft | 74 |
| 5.2.6 | Funktionelle Mischscores | 83 |
| 5.2.7 | DASH Score | 88 |
| 5.2.8 | SF 36 | 91 |
| 5.2.9 | DASH, SF 36 und funktionelle Mischscores | 96 |
| 5.2.10 | Arbeit | 98 |
| 6 | DISKUSSION | 100 |
| 6.1 | Patienten und Methodik | 100 |
| 6.2 | Ergebnisse | 102 |
| 6.2.1 | Patientenkollektiv und Teilnahme an den Untersuchungen | 102 |
| 6.2.2 | Stationäre Patientenbehandlung | 102 |
| 6.2.3 | Schmerz | 103 |
| 6.2.4 | Fingerfunktion und Handgelenksbeweglichkeit | 104 |
| 6.2.5 | Kraft | 106 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.2.6 | Funktionelle Mischscores | 107 |
| 6.2.7 | DASH-Score | 107 |
| 6.2.8 | SF 36 | 108 |
| 6.2.9 | DASH, SF 36 und funktionelle Mischscores | 110 |
| 6.2.10 | Arbeit | 111 |
| 7 | ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG | 112 |
| 8 | LITERATURVERZEICHNIS | 113 |
| 9 | ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 122 |
| 10 | ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS | 123 |
| 11 | ANHANG | 124 |

1 Einleitung

Die distale Radiusfraktur, der häufigste Knochenbruch des menschlichen Skeletts, ereignet sich deutschlandweit jährlich ca. 200000mal (98). Der Begriff „Handgelenksbruch“, wie die Fraktur umgangssprachlich genannt wird, beschreibt das Ausmaß der Verletzung treffend. Der distale Radius ist beteiligt am distalen Radioulnargelenk und am Radiocarpalgelenk und somit wesentlich für die Handfunktion. Frakturen des distalen Radius stören die Beweglichkeit des Unterarms, die Beweglichkeit des Handgelenks und die Kraft der Hand. In Allgemeinbevölkerung und unter Ärzten wird die distale Radiusfraktur häufig als alltägliche Verletzung empfunden. Die über 3500 Publikationen zur „distal radius fracture“ in der elektronischen Datenbank Pubmed erwecken den Eindruck eines gut erforschten Krankheitsbildes. Doch die Behandlung der distalen Radiusfraktur weist einen Mangel evidenzbasierter Grundlagen im Bereich der konservativen Therapie, der operativen Versorgung und der Rehabilitation auf (1,39-42).

In den letzten Jahrzehnten zeigte sich ein Trend zur operativen Versorgung distaler Radiusfrakturen. Fixateur externe, konventionelle Plattenosteosynthese, Bohrdrathosteosynthese und Schraubenosteosynthese kamen zum Einsatz. Mit der Einführung winkelstabiler Implantate am distalen Radius wurden diese zunehmend das operative Verfahren der Wahl (25,50,58). Klinische Studien zeigten gute Ergebnisse der Versorgung mittels winkelstabiler Plattenosteosynthese (5,32,49,65,75,91,110,112,119). Der evidenzbasierte Nachweis eines Vorteils dieses Verfahrens gegenüber anderen operativen Versorgungsarten wird noch gefordert (13,60). Viele Autoren sehen in der Möglichkeit einer frühfunktionellen Nachbehandlung die größte Errungenschaft der winkelstabilen Implantate (5,49,111). Gemäß den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen zur Behandlung artikulärer und juxtaartikulärer Frakturen ist diese Bestandteil der Therapie distaler Radiusfrakturen (22). Ein Nachteil einer späteren Mobilisation konnte allerdings bisher nicht nachgewiesen werden (58,63). Die häufigen Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen (30,33,79,85,86,92) erfordern eine Ruhigstellung. Größere Verletzungen, wie SL-Band-Ruptur oder TFCC-Läsion können durch gezielte Untersuchung ausgeschlossen werden (85). Kleinere Läsionen sind schwierig zu diagnostizieren. Pechlaner sagt hierzu: „Die nicht erkannten Begleitverletzungen sehen wir als Ursache für schlechte Ergebnisse nach korrekter Behandlung distaler Radiusfrakturen an, wenn die Fraktur selbst in exakter Stellung knöchern konsolidiert ist“ (76). Dies ist eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Angaben zur Nachbehandlung in der Literatur: völlig ohne Ruhigstellung (111), Tragen einer Schiene bis zum Wundverschluss mit Beübung

(5,75,112) und ohne Beübung aus der Schiene (49,58,91), bis hin zum Tragen einer Schiene für sechs Wochen (58,83). Im Rahmen der Frühjahrsklausurtagung der Österreichischen Gesellschaft für Handchirurgie 2007 mit dem Thema „Distale Radiusfraktur – Standortbestimmung Winkelstabile Verplattung“ wurde eine Diskussion zur postoperativen Nachbehandlung mit winkelstabiler Plattenosteosynthese versorgter distaler Radiusfrakturen geführt. Diese wurde anlässlich der unterschiedlichsten Ansichten und des Fehlens evidenzbasierter Therapiepläne ohne Ergebnis abgebrochen und die Notwendigkeit prospektiver Studien betont (54). Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die postoperative Ruhigstellung nach übungstabiler Versorgung distaler Radiusfrakturen mit palmaren winkelstabilen Implantaten. Es werden zwei Gruppen mit unterschiedlichem postoperativem Nachbehandlungsplan zu mehreren Zeitpunkten untersucht, befragt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die Arbeit dient der Erhebung erster systematischer Daten, der Bestimmung von Effektorgrößen für eine Folgestudie und der Überprüfung der Machbarkeit einer derartigen Studie. Die Bestimmung der Effektorgrößen gelingt durch eine Betrachtung der Einzelwerte im Zeitverlauf, durch den Vergleich der beiden Gruppen und durch einen Vergleich verschiedener Messinstrumente miteinander. Die Studienplanung wird im Abschnitt „Material und Methoden“ genauer vorgestellt. Zuerst werden im Abschnitt „Theoretische Grundlagen“ die wesentlichen Aspekte zur Anatomie der Handgelenke, zu Radiusfrakturen, zu den verwendeten Scores und zu den verwendeten Fragebögen erläutert.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Wesentliche anatomische Aspekte

Einige grundlegende anatomische Aspekte helfen beim Verständnis der distalen Radiusfrakturen. Es folgt eine Darstellung der wesentlichen Punkte der strukturellen Anatomie der Knochen, Bänder und Gelenke. Der Abschnitt funktionelle Anatomie beschäftigt sich mit biomechanischen Grundlagen und stellt das Drei-Säulen-Modell vor.

2.1.1 Strukturelle Anatomie

2.1.1.1 Knochen

Der Abschnitt über die knöcherne Anatomie beschränkt sich auf einen Überblick über distalen Radius, distale Elle und Handwurzelknochen.

Der Radius setzt sich aus dem proximalen Anteil, dem Schaft und dem distalen Anteil zusammen. Die distale Speiche läuft radial im Processus styloideus radii (nachfolgend PSR) aus. In der Frontalebene ist die distale Grenze des Radius zum Schaft um ca. 20° nach ulnar geneigt. Dies ist der frontale Gelenkwinkel, den eine Gerade durch die Spitze des PSR und durch die ulnare Grenze der Radiusgelenkfläche zusammen mit einer senkrecht zur Radius-schaftlängsachse verlaufenden Geraden bildet. In der Sagittalebene findet sich ein seitlicher Gelenkwinkel von ca. 10 - 20° nach palmar. Es wird der Winkel zwischen einer Geraden durch die dorsale und die palmare Begrenzung der Radiusgelenkfläche und einer senkrecht zur Radiuslängsachse verlaufenden Geraden gemessen (71).

An der dorsalen Seite des Radius befinden sich Furchen, Sulci, für die Strecksehnen. Radial des dritten Sulcus, durch den die Sehne des M. extensor pollicis longus verläuft, befindet sich das Tuberculum dorsale (Listeri). Es ist durch die Haut tastbar und leitet die Sehne des M. extensor pollicis longus auf ihrem Weg zum Daumen um. Der palmare Anteil des Radius weist eine Vertiefung für den M. pronator quadratus auf. Diese wird nach distal durch eine knöcherne Leiste begrenzt, über die die Beugesehnen ziehen. Diese Begrenzung befindet sich proximal der Gelenklinie und wird als Watershed-Line bezeichnet. Sie ist ein wichtiger Orientierungspunkt für die Anbringung der palmaren Platte (74).

Der distale Radius ist mit der proximalen Handwurzelreihe und mit der Elle gelenkig verbunden. Die Verbindung zum Carpus bildet die Facies articularis carpalis mit Fossa scaphoidea und Fossa lunata. Die Gelenkfläche gleicht einem Dreieck, dessen Spitze vom Processus styloideus radii gebildet wird. An der Basis des Dreiecks findet sich die Incisura ulnaris des Ra-

dius. Die lunäre Facette befindet sich auf gleicher Höhe wie der Ulnakopf, wobei Schwankungen von 2 mm nach distal oder proximal physiologisch sind.

Über die Incisura ulnaris artikuliert der Radius mit der Circumferentia articularis des Caput ulnae. Der am weitesten distal gelegene Anteil der Elle ist der Processus styloideus ulnae (nachfolgend PSU). Über die Fossa scaphoidea und Fossa lunata artikuliert der Radius mit dem Os scaphoideum und dem Os lunatum. Diese bilden zusammen mit dem Os triquetrum und dem Os pisiforme die proximale Carpalknochenreihe. Die distale Reihe besteht aus dem Os trapezium, dem Os trapezoideum, dem Os capitatum und dem Os hamatum (95,98). Das Scaphoid kann als Verbindung zwischen proximaler und distaler Reihe angesehen werden. Es steht distal mit Trapezium und Trapezoideum in gelenkiger Verbindung. Nach ulnar ist es mit dem Capitatum verbunden. Mit dem Capitatum als Zentrum des Handgelenks bilden die Handwurzelknochen horizontal drei Säulen. Scaphoid, Trapezium und Trapezoideum sind die radiale Säule. Capitatum und Lunatum bilden die mediale Säule. Die ulnare Säule besteht aus Hamatum, Triquetrum und Pisiforme (97).

2.1.1.2 Bänder und Gelenke

Die Bandsysteme im Handgelenksbereich werden von verschiedenen Autoren unterschiedlich klassifiziert. Eine der Möglichkeiten ist die Einteilung in zwei Bandsysteme: Das artikuläre und das extraartikuläre System.

Die artikulären Bänder unterteilen sich in vier weitere Gruppen: interossäre Ligamente, palmare V-Ligamente, Ulnarkomplex und dorsale Gruppe. Bei den interossären Ligamenten werden die Bänder der distalen Reihe, die sehr starr sind, von den Bändern der proximalen Reihe, welche mehr Freiheitsgrade ermöglichen, unterschieden. Es finden sich zwei palmare V-Bänder: ein proximales und ein distales Band. Die Scheitelpunkte der palmaren V-Bänder sind distal. Das proximale V besteht aus den Bändern zwischen Radius, Os lunatum und Ulnarkomplex. Letzterer wird im Verlauf näher erläutert. Das distale V wird aus den Bändern zwischen Radius und Os capitatum gebildet, welche weiter zum Os hamatum, Os triquetrum und Os pisiforme ziehen. Der Ulnarkomplex oder auch triangulärer fibrocartilaginärer Komplex (nachfolgend TFCC) besteht aus Lig. collaterale carpi ulnare, Discus triangularis, dem Ulna-Carpal-Meniskus, dem Ulnae-Lunatum-Ligament und der Hülle des M. extensor carpi ulnaris. Das Ligamentum collaterale carpi ulnare setzt sich aus zwei Faserzügen zusammen, die von der Innenseite des PSU zu Os pisiforme und zu Os triquetrum ziehen. Der Discus triangularis entspringt vom Rand der Incisura ulnaris des Radius und zieht zur Innenseite des PSU. Zwei Bänder umfassen den Knorpel: das palmare und das dorsale Band zwischen Radi-

us und Ulna. Der Meniskus zwischen Ulna und Carpus entspringt an der gleichen Stelle wie der Discus triangularis und zieht zum Os triquetrum. Das Band zwischen Ulna und Lunatum ist der ulnare Teil des proximalen palmaren V-Bandes und verbindet das Vorderhorn des Mondbeines mit dem PSU. Seine Fasern sind eng mit dem Faserknorpel des Discus triangularis verbunden. Die dorsalen Bänder liegen in V-Form mit Scheitelpunkt an der ulnaren Seite. Dieses V liegt im Gegensatz zu den palmaren V-Bändern quer. Es besteht aus zwei Faserbündeln. Eines zieht vom Radius zum Triquetrum, ist fest und schlingt sich über das Triquetrum bis zum Pisiforme. Das andere liegt zwischen Triquetrum und Scaphoid, ist schwächer und in seiner Erscheinung inkonstant.

Die extraartikulären Bänder sind das Retinaculum extensorum und das Retinaculum flexorum. Ersteres verläuft in schräger Richtung von der Streckseite des Radius zum Os triquetrum. Es besitzt sechs Fächer, durch welche 12 Strecksehnen zur Hand ziehen. Das Retinaculum flexorum bildet das Dach des Canalis carpi. Durch diesen ziehen neun Beugesehnen und der Nervus medianus zur Hand. Es setzt unter anderem am Hamulus ossis hamati und am Tuberculum ossis trapezii an.

Das Os pisiforme stellt eine Verbindung zwischen palmaren und dorsalen intraartikulären Bändern da. Außerdem verbindet es das intraartikuläre System mit dem extraartikulären (97).

2.1.2 Funktionelle Anatomie

2.1.2.1 Bewegungsachsen

Der distale Radius ist an zwei Gelenken beteiligt: dem Radiocarpalgelenk und dem distalen Radioulnargelenk. Alle Bewegungsgrade werden aus der Neutral-Null-Stellung gemessen. Für das Handgelenk ist dies eine Stellung zwischen Pro- und Supination mit nach vorne gerichtetem Daumen.

Das distale Radioulnargelenk ist zusammen mit dem proximalen Radioulnargelenk an der Umwendbewegung des Unterarms beteiligt. Die Achse für Pro- und Supination verläuft durch das Caput radii und den Processus styloideus ulnae. Aus der Neutral-Null-Stellung ist für Pro- und Supination eine Bewegung bis zu 90° möglich. Die Messung der Pro- und Supination erfolgt mit um 90° abgewinkelten Ellenbogen. In jeder anderen Stellung geht die Drehbewegung im Schultergelenk in die Messung mit ein.

Im Radiocarpalgelenk finden Dorsalextension und Palmarflexion über eine transversale Achse sowie Radial- und Ulnarabduktion um eine dorsal-palmare Achse statt. An Dorsalextension und Palmarflexion ist auch das Carpocarpalgelenk beteiligt. Die transversale Achse verläuft für das Radiocarpalgelenk durch das Os lunatum und für das Carpocarpalgelenk durch das Os

capitatum. Referenzwerte für die Extension liegen zwischen 40° und 60°. Die Flexion sollte 60° bis 80° erreichen. Die dorsal-palmare Bewegungsachse verläuft durch das Os capitatum und den dritten Strahl. Die durchschnittliche Radialabduktion liegt bei 20°, die durchschnittliche Ulnarabduktion zwischen 30° und 40° (95).

2.1.2.2 Das Drei-Säulen-Modell

Das Drei-Säulen-Modell ist das Resultat biomechanischer Betrachtungen des Unterarms. Es gliedert den distalen Unterarm in drei Säulen. Die radiale Säule läuft durch PSR und Fossa scaphoidea, die zentrale Säule durch Fossa lunata und Facies articularis ulnae und die ulnare Säule durch distale Ulna mit ulnocarpalem Komplex (87,90,98).

Die Untersuchung des Kraftflusses über das Handgelenk liefert zwei Zentren der Kraftübertragung. Bis zu drei Viertel der Kraft laufen über die ulnare Säule. Das zweite Kraftzentrum liegt über der intermediären Säule. Nur ein geringer Teil der Kraft wird über die radiale Säule auf die Hand übertragen. Die Kraftzentren wandern bei Radial- und Ulnarabduktion in der Sagittalebene. Bei Extension und Flexion bleibt der Kraftfluss durch die Muskulatur in der Frontalebene zentriert (88).

Die einzelnen Säulen unterscheiden sich in ihren Aufgaben. Die radiale Säule stabilisiert die Handwurzel. Der PSR begrenzt die Radialabduktion. Die dort ansetzenden Bänder begrenzen die Ulnarabduktion. Die intermediäre Säule dient vor allem der Kraftübertragung. Die ulnare Säule ist ein Kraftzentrum und stabilisiert den Carpus (88).

2.1.2.3 Funktionelle Anatomie der Bänder

Die Bänder gliedern sich funktionell in Halte-, Stabilisierungs- und Führungsbänder. Die distale Reihe der interossären Bänder übernimmt eine Haltefunktion. Sie verbindet die distale Carpalknochenreihe und schafft einen funktionellen Block. Die interossären Bänder der proximalen Reihe dienen der Stabilisierung. Sie sichern den Zusammenhalt der proximalen Carpalknochen, gewähren aber die nötige Beweglichkeit. Das gleiche Prinzip findet sich bei den tiefen Anteilen des proximalen und des distalen palmaren V-Bandes. Die oberflächlichen Anteile des distalen palmaren V-Bandes halten den Abstand zwischen Radius und Capitatum konstant, während die oberflächlichen Anteile des proximalen palmaren V-Bandes das Lunatum in Position halten. Diese Bänder sind Leitbänder, welche Carpus und Mondbein zentrieren. Das proximale V in seiner Gesamtheit hält Lunatum und proximale Carpusreihe in Position. Das distale V stabilisiert die distalen und ulnaren Anteile der proximalen Carpalknochenreihe und führt das Os scaphoideum. Der Ulnarkomplex stabilisiert die Vorderarmknochen und das distale Radioulnargelenk. Die stabilisierenden Bänder setzen vor allem an der

Basis des PSU an. Des Weiteren sorgt der TFCC für die Stabilisierung des Lunatum und für eine Kraftübertragung des Carpus auf die Elle. Die extraartikulären Bänder unterstützen die artikulären in ihrer Funktion, können diese aber nicht ersetzen (97).

Das funktionelle Zusammenspiel der Handwurzelknochen lässt sich am Modell eines unter Spannung stehenden Rings erklären. Lichtman et al entwickelten dieses Konzept. Proximale und distale Carpalknochenreihe bilden einen Ring mit zwei Verbindungsstellen, über die die wechselseitigen Bewegungen vermittelt werden. Die radiale Verbindung ist das Gelenk zwischen Scaphoid, Trapezium und Trapezoideum. Die ulnare Verbindung ist das Gelenk zwischen Triquetrum und Hamatum. Das Bandsystem, die gelenkigen Verbindungen zwischen den Carpalknochen und die internen Kraftvektoren bilden den funktionellen Ring. Wird dieser zerstört, bricht das carpale Gefüge in sich zusammen (51,56,57,94).

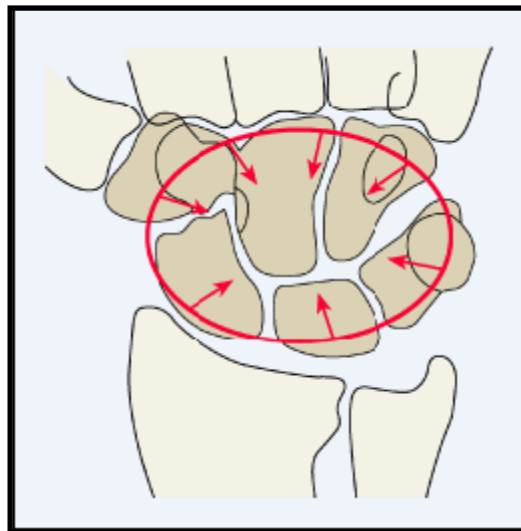


Abbildung 1 Ringkonzept des Carpus nach Lichtman et al. (94)

2.2 Die distale Radiusfraktur

2.2.1 Epidemiologie

Abraham Colles, einer der Erstbeschreiber der distalen Radiusfraktur, hat 1814 folgendes festgestellt: „...were my opinion to be drawn from those cases only which have occurred to me, I should consider this as by far the most common injury to which the wrist or carpal extremities of the radius and ulna are exposed.”(15). Diese Einschätzung ist noch heute gültig.

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen. Mehr als jeder sechste Knochenbruch, der in einer Notaufnahme behandelt wird, ist eine distale Radiusfraktur (27). Sie bilden 10 Prozent aller knöchernen Verletzungen und ca. 75 Prozent der Frakturen im Bereich des Unterarms (3,86). Die Inzidenz liegt bei 2-3 pro 1000 Einwohnern pro Jahr (71). In Deutschland ereignen sich ca. 200 000 distale Radiusfrakturen pro Jahr (98). Im Alter über 35 Jahren liegt die Inzidenz für Frauen bei 36,6/10 000 pro Jahr und für Männer bei 8,9/10 000 pro Jahr. Das entspricht einem Verhältnis zwischen Frauen und Männern von ca. 4,1:1. Bei Frauen steigt die Inzidenz ab dem 50. Lebensjahr konstant an, während sie bei den Männern bis zum hohen Lebensalter (85. LJ) konstant bleibt und erst danach ansteigt (70). Laut einer schwedischen Studie steigt das Verhältnis zwischen Frauen und Männern ab dem 60. Lebensjahr auf über 7:1 (3). Mit wachsender Lebenswahrscheinlichkeit wird auch die Inzidenz der distalen Radiusfrakturen weiter steigen (13). Derzeit liegt das Risiko einer fünfzigjährigen Frau, sich während ihres Lebens den Radius zu brechen, bei ungefähr 17%. Das Risiko gleichaltriger Männer liegt bei circa 3% (40).

Im Patientengut zeigen sich zwei Altersgipfel. Junge Patienten im Alter von neun bis 18 Jahren und ältere Patienten, vor allem postmenopausale Frauen, ab dem 50. Lebensjahr (98). Die jüngere Gruppe bricht sich die Speiche meist im Rahmen von Hochrasanztraumata der oberen Extremität. Bei der älteren Gruppe finden sich neben diesen Traumata häufig Verletzungen mit geringerer Krafteinwirkung, wie zum Beispiel der Sturz aus dem Stand. Bei diesen Verletzungen ist die Osteoporose ein bedeutender pathogenetischer Faktor (13,14,39). Hochrasanztraumata mit komplexen Frakturen betreffen häufig jüngere Patienten (89).

2.2.2 Pathomechanismus

Die distale Radiusfraktur ist Folge signifikanter Traumata der oberen Extremität. Stürze auf die Hand oder direkte Krafteinwirkungen können zu einem Bruch der gelenknahen Speiche führen. Es überwiegen die Stürze auf die dorsalflektierte Hand (71,89,98,113,118).

Erst Anfang des 19. Jahrhunderts wurde die distale Radiusfraktur als Bruch identifiziert. Im Rahmen anatomischer Studien und klinischer Betrachtungen versuchte man Art und Entste-

hen dieser Verletzung zu verstehen (15,35,81,106). Zuvor wurde sie als Dislokation des Radius interpretiert. Eine der ersten Beschreibungen stammt von Abraham Colles. In dem Artikel „On the Fracture of the Carpal Extremitiy of the Radius“ erklärte er, dass das Fehlen von Krepitationen, von Nachgeben der Fragmente und von anderen typischen Zeichen einer Fraktur ihn am Vorliegen eines Bruches zweifeln ließen. Die bleibende Deformität des Handgelenks bei fehlender Therapie der Verletzung und das Nachgeben der Knochenfragmente nach erfolgter Reposition überzeugten ihn von der Art der Verletzung (15).

Ein weiterer Beschreiber der distalen Radiusfrakturen war Robert Smith. Er verfasste 1854 das Buch „A Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints and on certain accidental and congenital Dislocations“. Laut ihm war der Pathomechanismus der Colles Fraktur (distale Radiusfraktur mit dorsaler Verkipfung des distalen Fragments) ein Sturz auf die Handfläche bei dorsalextendierter Hand. Des Weiteren beschrieb Smith eine Radiusfraktur mit nach palmar verkipptem distalem Fragment. Diese Verletzung käme durch einen Sturz auf den Handrücken zustande (106).

Frederic Cotton ist ein weiterer Beschreiber der distalen Radiusfraktur. In seiner Arbeit bezweifelte er, dass nach palmar verkippte Radiusfrakturen immer mit einem Sturz auf die palmarflektierte Hand gleichzusetzen wären (18).

Moderne Studien zum Pathomechanismus der distalen Radiusfraktur lieferte Pechlaner. In seinen Arbeiten zur Hyperextensionsverletzung des Handgelenks zeigte er, dass er durch alleinige Überstreckung des Handgelenks sämtliche Formen der Radiusfraktur erzeugen konnte. Er beschrieb, dass in einem Großteil der untersuchten Präparate die proximale Handwurzelreihe während der Überstreckung nach dorsal kippte und gegen den dorsalen Rand der Radiusgelenkfläche bzw. den PSU gepresst wurde. Eine Steigerung der einwirkenden Kraft bewirkte schließlich eine Kompressionsfraktur der dorsalen Radiusmetaphyse und hierauf eine Deviation des distalen Radius zur Streckseite. Die Verkipfung des distalen Fragmentes führte zu seiner sekundären Fraktur der palmaren Kortikalis. In manchen Fällen kippte die Carpal-knochenreihe weniger stark nach dorsal. Daraus entstanden zentrale und palmare Brüche. Pechlaner schloss daraus, dass das Ausmaß der Verkipfung der proximalen Handwurzelreihe wesentlich für die Form der Radiusfraktur wäre. Da das radio- und das ulnocarpale Bandsystem in Supination stärker verspannt ist als in Pronation, stellte er folgende Theorie auf: Bei einem Sturz auf die pronierte Hand sei die proximale Karpalknochenreihe mobiler und es entstehe eine dorsale Radiusfraktur. Befinde sich die Hand in einer Supinationsstellung, seien die Handwurzelknochen stabiler und es komme zu zentralen oder palmaren Frakturformen (76,79).

Das Drei-Säulen-Modell und die damit verbundenen Betrachtungen zum Kraftfluss bieten Erklärungen für verschiedene Erscheinungsformen bei distalen Radiusfrakturen. Die typische Extensionsfraktur des Radius lässt die intermediäre Säule nach dorsal und die radiale nach radial dislozieren. Da über die intermediäre Säule viel Kraft übertragen wird findet man dort die wichtigen Gelenkimpressionen. Intraartikuläre Frakturen zeigen in diesem Bereich häufig zwei Hauptfragmente: ein palmar- und ein dorsal-ulnares Fragment. Eine Fraktur des PSR tritt in Kombination mit einer artikulären Komponente oder isoliert auf. Eine isolierte Fraktur entsteht im Zusammenhang mit einem Abscherbruch oder als knöcherner Bandausriss bei Luxationsverletzungen (87).

Eine weitere Hilfe zum Verständnis des Pathomechanismus liefert Fernandez mit seinen Überlegungen zur Entwicklung einer Klassifikation der distalen Radiusfrakturen. Er unterscheidet fünf Verletzungsmöglichkeiten, die zu einer Radiusfraktur führen können: Biegung, Abscherung, Kompression, Avulsion und eine Kombinationsverletzung. Letztere tritt im Zusammenhang mit Hochrasanztraumata auf. Die Biegekräfte führen je nach Ausrichtung zur klassischen Colles oder Smith Fraktur. Häufig finden sich Ausläufer in die Gelenkfläche. Bei der Abscherung wirken axiale Kräfte. Bei der Barton Fraktur ist die dorsale Kante der Radius epiphyse betroffen. Die reversed Barton Fraktur betrifft die palmare Kante. Dies sind vor allem Verletzungen der jungen Menschen. Die Kompressionsfraktur, bei der rein axiale Kräfte wirken, wird erstmals von Melone beschrieben. Sie wird auch als „die punch“-Fraktur bezeichnet. Es resultieren vier Hauptfragmente: PSR, dorsoulnares Fragment, palmar-ulnares Fragment und Radiuschaft (27,66,89).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die häufigste distale Radiusfraktur die von Colles beschriebene Fraktur mit nach dorsal verkipptem Fragment ist. Diese entsteht hauptsächlich durch den Sturz auf die dorsalextendierte Hand. Je nach Stellung des Handgelenks und Ausmaß der Krafteinwirkung können die unterschiedlichsten Formen der Radiusfraktur entstehen. So kann auch der Sturz auf die dorsalextendierte Hand zu einer palmaren Radiusfraktur führen (71,76,79,113).

2.2.3 Klassifikationen

Anlässlich der Vielzahl an Klassifikationen der distalen Radiusfrakturen beschränkt sich die nachfolgende Darstellung auf gängige Klassifikationen die in der vorliegenden Arbeit zum Einsatz kamen.

2.2.3.1 Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO)

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen veröffentlichte 1990 eine Klassifikation der Frakturen der langen Röhrenknochen. Die Codierung der Frakturen setzt sich aus mehreren Einzelschritten zusammen. In einem ersten Schritt erfolgt die genaue Lokalisationsbestimmung. Jeder lange Röhrenknochen erhält eine Ziffer: 1 = Humerus, 2 = Radius/Ulna, 3 = Femur, 4 = Tibia/Fibula. Die Knochen werden in drei Abschnitte unterteilt: 1 = proximal, 2 = diaphyseal, 3 = distal. Im Bereich von Tibia und Fibula gibt es zusätzlich den Abschnitt 4. Dieser entspricht den Malleolen. Distale Radiusfrakturen werden folglich mit der Zahlenkombination 23 codiert. Im nächsten Schritt wird der Frakturtyp (A-C) bestimmt, hierauf die Gruppe und die Untergruppe (1-3). Die Schwere der Verletzung, im Hinblick auf anatomische Zerstörung und notwendige Versorgung, nimmt mit steigender Typform und Gruppierung zu (68,69). Bei den distalen Radiusfrakturen umfasst Typ A alle extraartikulären, Typ B alle partiell intraartikulären und Typ C alle vollständig intraartikulären Frakturen.

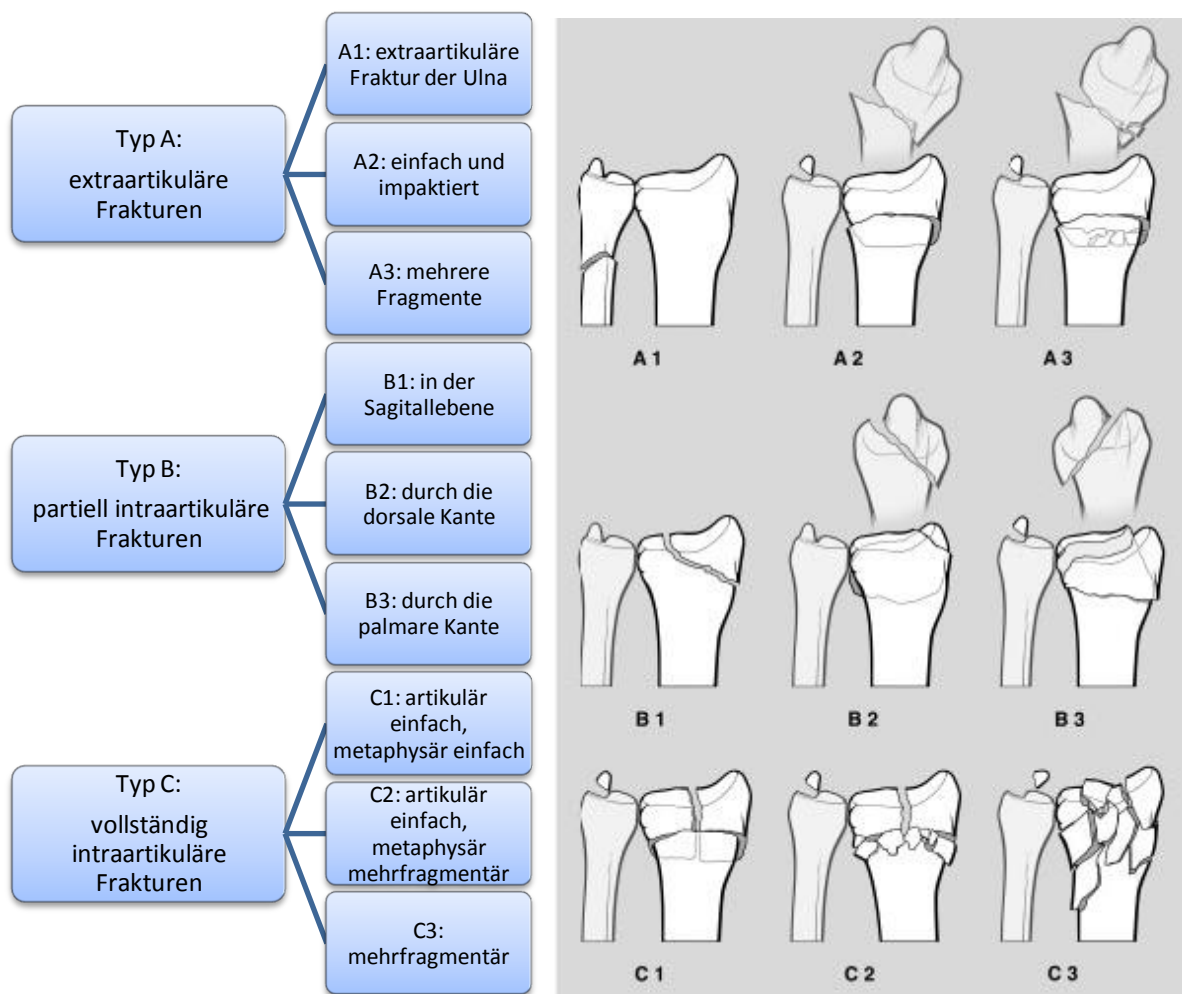


Abbildung 2 Klassifikation der Radiusfrakturen nach AO (68,69), Abbildung rechts (71)

2.2.3.2 Klassifikation nach Fernandez

Die Klassifikation nach Fernandez orientiert sich am Pathomechanismus der Fraktur. Sie unterscheidet fünf Typen: Biegebrüche, Abscherfrakturen, Kompressionsfrakturen, Avulsionsfrakturen und eine Kombinationen der Frakturarten. Des Weiteren werden Aussagen über die Stabilität der Frakturen getroffen. Typ I und Typ III können noch stabil sein, während die übrigen Typen immer instabil sind. Außerdem beschreibt die Klassifikation die Möglichkeit von Begleitverletzungen. Diese steigert sich mit den Typformen von unüblich, weniger unüblich, üblich, häufig bis zu obligat bei Typ V. Daraus treffen die Autoren Behandlungsempfehlungen, die bereits in der Klassifikation angegeben werden (27).

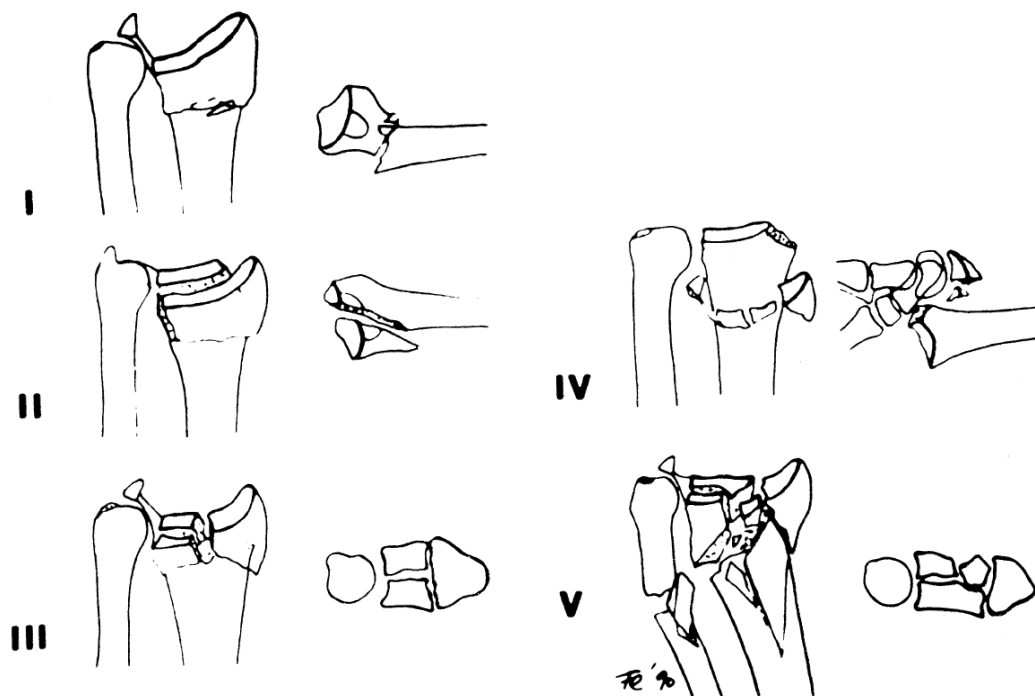


Abbildung 3 Fernandez Klassifikation: Typ I Biegebrüche, Typ II Abscherfrakturen, Typ III Kompressionsfrakturen, Typ IV Avulsionsfrakturen, Typ V Kombination (27,89)

2.2.3.3 Klassifikation nach Pechlaner

Pechlaner definiert in seiner Einteilung distaler Radiusfrakturen drei Gruppen. Typ I sind dorsale, Typ II zentrale und Typ III palmare Frakturen. Diese werden jeweils in drei Untergruppen unterteilt: metaphysäre, artikuläre und Luxationsfrakturen. Typ II-2 wird nochmals unterteilt in zentrale Impressionsfrakturen, Frakturen des Processus styloideus ulnae, ulnare Randbrüche und zentrale Mehrfragmentbrüche.

Des Weiteren führt Pechlaner ergänzende Parameter ein. Diese werden mit kleinen Buchstaben von a – i bezeichnet: Fraktur unverschoben, Fraktur geschlossen reponierbar und stabil, Fraktur geschlossen nicht reponierbar und/oder instabil, metaphysäre Stauchungszone ≤ 5 mm, metaphysäre Stauchungszone > 5 mm, intraartikuläre Dislokation der Fragmente ≤ 5 mm (Radiocarpalgelenk, DRU-Gelenk), intraartikuläre Dislokation der Fragmente > 5 mm, Instabilität des distalen Radioulnargelenks (Desinsertion des Discus ulnocarpalis, Fraktur des Proc. styloideus ulnae) und begleitende Instabilität (ligamentär, ossär).

Diese Klassifikation soll Rückschlüsse auf die Richtung der Krafteinwirkung ermöglichen. Daraus resultieren Hinweise auf mögliche Begleitverletzungen, aus denen der behandelnde Arzt Konsequenzen für die Therapie ziehen kann (77,80).

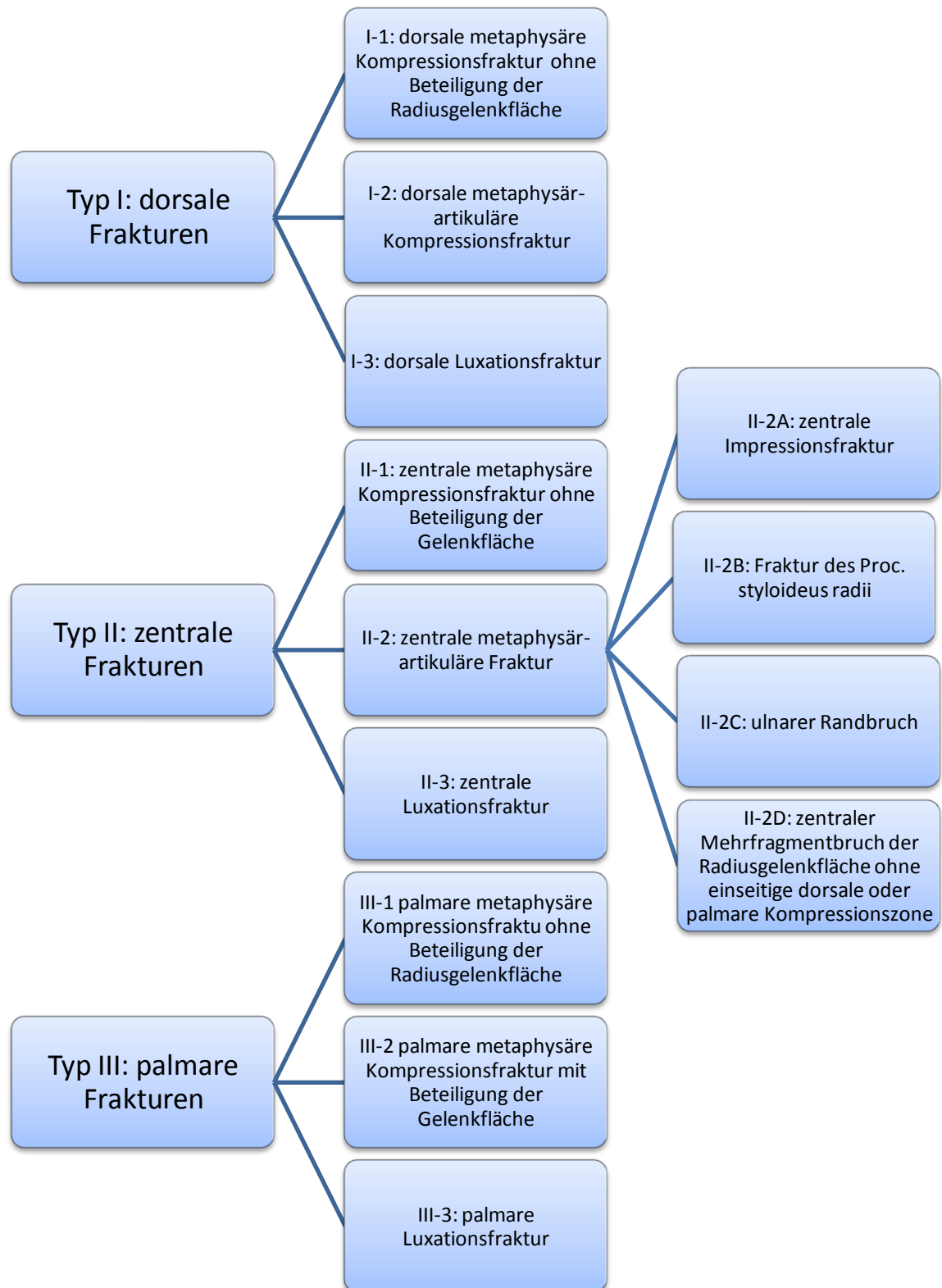


Abbildung 4 Frakturklassifikation nach Pechlaner (77)

2.2.4 Carpale Begleitverletzungen

2.2.4.1 Häufigkeit

Carpale Begleitverletzungen im Rahmen von distalen Radiusfrakturen sind häufig. Bis zu zwei Drittel aller Patienten mit distalen Radiusfrakturen ziehen sich zusätzliche Verletzungen im Bereich der Handwurzel zu, die ungefähr zur Hälfte einer Therapie bedürfen. Die häufigsten klinisch bedeutsamen Verletzungen betreffen den TFCC, das scapholunäre und das lunotriquetrale Band. Die häufigste versorgungsbedürftige knöcherne Begleitverletzung ist der Kahnbeinbruch. Neben Einzelverletzungen treten Kombinationen der Begleitläsionen auf (33,79,85). Die Häufigkeitsangaben in der Literatur sind unterschiedliche. Bei Rappold et al sind folgende Daten zu finden: 55% TFCC-Läsionen, 27% SL-Dissoziation, 5% Kahnbeinbruch und 3% LT-Dissoziation (85). Pechlaner fand im Rahmen der bereits erwähnten experimentellen Studie zur Überstreckungsverletzung des Handgelenks diese Häufigkeiten: in 43% TFCC-Läsion, in 32% eine Ruptur des SL-Bandes und in 18% eine Ruptur des LT-Bandes. Einige dieser Verletzungen traten bereits vor der eigentlichen Fraktur auf (79). In einer ähnlichen Studie von 1997 zeigte er, dass mit Eintritt der Radiusfraktur die Anzahl der TFCC Läsionen im Vergleich zur reinen Hyperextensionsverletzung wesentlich zunimmt (76). Richards et al wiesen in einer arthroskopischen Studie bei 46 von 118 Patienten Läsionen des TFCC nach. Bezogen auf die Frakturform ergaben sich folgenden Daten: TFCC-Läsionen waren in 35% der intraartikulären und in 53% der extraartikulären Frakturen vorhanden. SL-Rupturen zeigten sich in 21,5% der intraartikulären und in 6,7% der extraartikulären Frakturen. LT-Verletzungen konnten in 6,7% der intraartikulären und in 13,3% der extraartikulären Brüche nachgewiesen werden (86). Forward et al untersuchten ein Patientekollektiv von 51 Patienten mit verschobenen Brüchen ohne Osteoporose und fanden in 86% Verletzungen des scapholunären Bandes. Hierbei wurden auch geringgradige Verletzungen des SL-Bandes berücksichtigt (30). Geissler et al untersuchten ein ähnliches Patientekollektiv mit dislozierten Brüchen des distalen Radius. Hier zeigten sich in 43% TFCC Läsionen, in 32% SL-Rupturen, in 15% LT-Rupturen und in 22% eine Kombination von zwei Verletzungen (33). Die Betrachtung dieser Daten liefert schwankende Einzelwerte. Die Gesamtzahl an Begleitverletzungen ist durchgehend hoch. Es kann davon ausgegangen werden, dass neben diesen definierten Verletzungen der Handwurzel auch häufig andere carpale Strukturen geschädigt werden.

2.2.4.2 Diagnostik

Die Grundlage der technischen Diagnostik von Begleitverletzungen bildet das Röntgenbild in zwei Ebenen. Dieses liefert Hinweise auf knöcherne Läsionen. Des Weiteren kann anhand der Röntgenaufnahme die Integrität des proximalen und distalen Karpalbogens beurteilt werden. Wichtig ist die Beurteilung des scapholunären Winkels, der zwischen 30 und 60° betragen sollte. Kippt das Os lunatum nach dorsal spricht man von einer DISI-Stellung des Lunatums. DISI steht für Dorsal Intercalated Segmental Instability. Der scapholunäre Winkel ist in dieser Stellung vergrößert. Pathologisch sind Werte ab 70°. Kippt das Os lunatum nach palmar spricht man analog von einer PISI-Stellung (Proximal Intercalated Segmental Instability). In dieser ist der scapholunäre Winkel vermindert und ab Werten unter 20° pathologisch. Weiterhin wichtig ist der Abstand zwischen Scaphoid und Lunatum. Dieser sollte unter 3 mm betragen. Ein weiterer Hinweis auf Begleitverletzungen sind Frakturen des PSR, vor allem, wenn sie im Bereich der Crista radii in die Gelenkfläche auslaufen. Dies ist ein Hinweis auf eine Verletzung des SL-Bandes (67,85). Basisnahe PSU-Abrisse können Hinweis auf eine Instabilität des distalen Radioulnargelenks sein (85). Richards et al geben zu Bedenken, dass die radiologischen Hinweise für eine SL-Bandruptur nicht mit dieser gleichgesetzt werden dürfen. In ihren Ergebnissen zeigten 60% der Patienten mit Bandrupturen normale SL-Abstände von 2mm oder weniger. Nur bei 50% der Patienten mit auffälligem SL-Abstand von über 3mm im Röntgenbild konnte eine SL-Bandruptur in der Arthroskopie nachgewiesen werden (86).

Die nächste Stufe der technischen Diagnostik von Begleitverletzungen ist die Kinematographie. Hierbei wird das Handgelenk unter Durchleuchtung in zwei Ebenen betrachtet. Dabei wird das Handgelenk in Extension, Flexion, Radialabduktion und Ulnarabduktion geführt und auf die Kinematik der einzelnen Handwurzelknochen geachtet. Der erfahrene Untersucher bemerkt Pathologien, aus denen er therapeutische Rückschlüsse ziehen kann (85).

Als nächste Stufe zur Weichteildiagnostik kommt die Magnetresonanztomographie zum Einsatz. Besonders für Verletzungen des TFCC ist diese Bildgebung geeignet (85).

Die Arthroskopie als invasive Diagnostik bietet eine zeitgleiche Möglichkeit der Therapie (85,86,92).

Die CT-Untersuchung ist vor allem zur Beurteilung der knöchernen Verletzungen geeignet. Aus Art und Lage der Fragmente können Rückschlüsse auf das Ausmaß der Weichteilverletzungen gezogen werden. Außerdem ist sie für die Operationsplanung artikulärer Radiusfrakturen obligat (87).

2.2.4.3 Therapie

Bei der Therapie wird schrittweise vorgegangen. Nach Versorgung der Radiusfraktur erfolgt die Untersuchung der jeweiligen Begleitverletzungen mittels Kinematographie. Diese werden je nach Verletzung konservativ oder operativ versorgt (85).

2.2.5 Versorgung distaler Radiusfrakturen

2.2.5.1 Therapieprinzipien

Therapieziel distaler Radiusfrakturen sind die Beschwerdefreiheit des Patienten und eine gute Funktionalität des Handgelenks. Daher wird die anatomische Rekonstruktion angestrebt. Die Wiederherstellung der Handgelenksform beeinflusst die Funktion des Gelenkes und die Kraftübertragung. Radiuslänge, Gelenkwinkel und Stufen in der Gelenkfläche sollten ausgeglichen werden (46,82,89,99). Gemäß der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen gelten für artikuläre und juxtaartikuläre Frakturen folgende Behandlungsprinzipien: Wiederherstellung der Achse, Rotation und Länge, anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche, stabile Fixation und frühfunktionelle Nachbehandlung (22).

Es ist wichtig, dass die gewählte Versorgungsart der Fraktur den einwirkenden Kräften standhält. Nur so ist eine stabile Versorgung gewährleistet und die Gefahr einer Heilung in Achsabweichung gering. Daher sollte man sich die auf den Radius einwirkenden Biegekräfte, axialen Kräfte und Rotationskräfte vor der Verfahrenswahl einprägen (52).

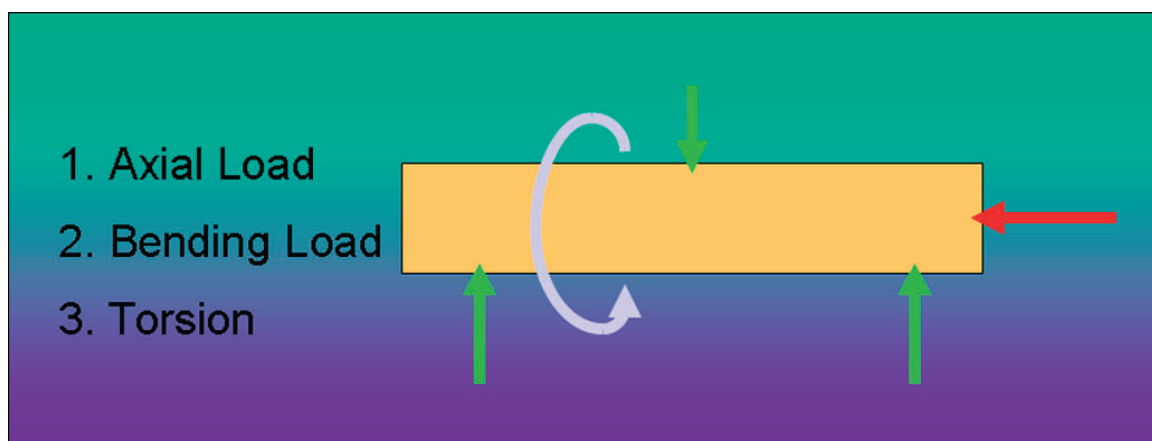


Abbildung 5 Einwirkende Kräfte (52)

Die Verfahrenswahl orientiert sich an der Frakturart, den Begleitverletzungen und den Wünschen des Patienten. Hierbei hilft ein Algorithmus der unfallchirurgischen Leitlinie zur distalen Radiusfraktur.

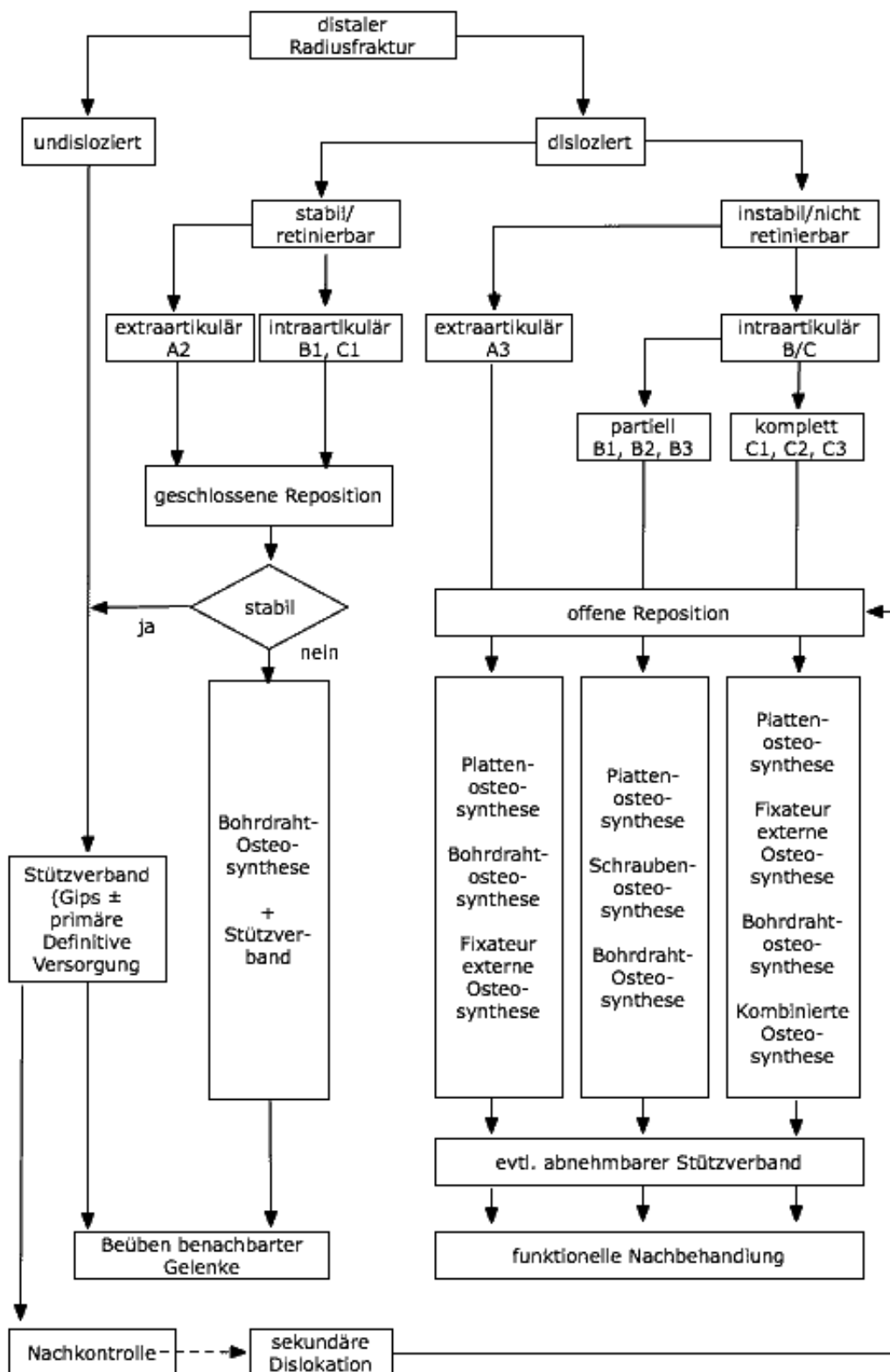


Abbildung 6 Algorithmus zur Indikationsstellung bei der Therapie distaler Radiusfrakturen (20)

Nachfolgend werden die verschiedenen Therapieformen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Versorgung mittels palmarer winkelstabiler Platten. Der Therapiewandel der distalen

Radiusfraktur mit der Einführung winkelstabiler Implantate bildet den Abschluss des Abschnitts.

2.2.5.2 Konservative Therapie

2.2.5.2.1 Prinzipien

Ein Großteil der distalen Radiusfrakturen wird konservativ therapiert. Allein intraartikuläre Knochenbrüche mit Stufenbildung oder Impressionen, die nicht geschlossen reponiert werden können, Frakturen, die nicht reponiert gehalten werden können, oder instabile Verrenkungsfrakturen mit Abbruch der dorsalen oder palmaren Radiusgelenkfläche eignen sich nicht für die konservative Therapie (8).

Lorenz Böhler erteilt in seiner „Technik der Knochenbruchbehandlung“ detaillierte Anweisungen zur konservativen Therapie von Frakturen bis hin zur genauen Anzahl der zu verwendenden Mullbinden (11). Seine Anleitung genießt noch heute einen hohen Stellenwert in der klinischen Praxis.

Nachfolgend wird das Prinzip nach Böhler beschrieben. Erster Schritt ist die richtige Lagerung des Patienten. Er liegt am Rücken, die Schulter der betroffenen Extremität liegt am Rand der Liege, der Oberarm ist um 90° abduziert, der Ellenbogen um 90° gebeugt, der Unterarm befindet sich in Neutralstellung. Daumen, Zeigefinger und Ringfinger sind mittels Mädchenfänger aufgehängt. Am Oberarm werden Gewichte mit drei bis fünf Kilogramm angebracht. Durch den Zug der Mädchenfänger und den Gegenzug der Gewichte sollen sich die Fragmente des Knochenbruchs reponieren. Es erfolgt eine Bruchspaltanästhesie. Nach fünf bis zehn Minuten im Aushang, reponiert der Arzt den Knochenbruch durch dorsalen Druck auf das Speichenende. Gleichzeitig baut er einen Gegendruck auf, indem er von palmar auf das distale und das proximale Fragment drückt. Das Repositionsmanöver orientiert sich an der Frakturform. Wichtig ist es, die jeweiligen Verkipnungen auszugleichen. Nach erfolgter Reposition wird eine dorsale Gipsschiene angelegt. Diese reicht bis zu den Zwischenfingerfalten und umschließt seitlich den zweiten und fünften Mittelhandknochen bis zur Hälfte. Das Daumengrundgelenk wird bis zur Palmarseite umfasst. Über dem Handgelenk wird dorsal eine Delle modelliert. Eine Retention des Repositionsergebnisses soll über Ligamentotaxis erfolgen. Nach proximal reicht die Schiene bis zwei Querfinger distal des Ellenbogengelenks. Beugung im Ellenbogen und Rotation des Unterarms sind freigegeben. Nach Anlegen der dorsalen Gipsschiene erfolgt eine radiologische Kontrolle des Repositionsergebnisses. Am nächsten Tag wird die Durchblutung, Motorik und Sensibilität kontrolliert. Je nach Schwellung wird die Schiene zirkulär geschlossen. Nach einer Woche erfolgt der Wechsel der Gipsschiene. Zu

diesem Zeitpunkt ist die Schwellung abgeklungen und die ursprüngliche Schiene locker geworden. Somit könnte sie das Repositionsergebnis nicht halten. Die Anlage der neuen Schiene erfolgt wieder im Aushang. Wichtig ist die sogenannte 3-Punkt-Fixation in der Gipsschiene. Hierzu werden dorsal über Handgelenk und Mittelhand, palmar über der Fraktur und dorsal über dem proximalen Unterarm Dellen in die Schiene modelliert. Über diese drei Punkte soll das Ergebnis der Reposition gehalten werden. Es erfolgen weitere Röntgenkontrollen im wöchentlichen Abstand. Durch die engmaschige radiologische Kontrolle, sollen Repositionsverluste schnell erkannt werden. Hierauf kann mit Nachkorrektur und Therapiewechsel reagiert werden. Die Gipsschiene wird vier bis sechs Wochen getragen. In diesem Zeitraum sollen Schulter, Ellenbogen und Finger beübt werden, um die Beweglichkeit zu erhalten (8,71).

Trotz der klaren Anweisungen Böhlers ist die konservative Therapie im klinischen Alltag nicht so strikt geregelt. Es gibt die unterschiedlichsten Variationen. Eine Metaanalyse der Cochrane Collaboration von 37 Studien konnten keine Rückschlüsse auf die geeignetsten Verfahren einer konservativen Therapie distaler Radiusfrakturen ziehen. Ärzte sollen auf ein Verfahren zurückgreifen, das ihnen bekannt und welches anerkannt ist. Außerdem sollen die Wünsche und Umstände der Patienten berücksichtigt werden (40).

2.2.5.2.2 Konzept der Universitätsklinik Regensburg

Aus Mangel an evidenzbasierten Verfahren existieren verschiedene Procedere der konservativen Therapie. Am Universitätsklinikum Regensburg ist der zeitliche Ablauf wie folgt:

Am Unfalltag wird nach Lagerung des Patienten die Fraktur mittels Mädchenfänger in Aushang gebracht. Falls eine manuelle Reposition nötig ist, erfolgt eine Bruchspaltanästhesie. Nach Reposition wird eine dorsoradiale Weißgipsschiene angelegt. Diese reicht nach distal bis zu den Metacarpophalangealgelenken. Über dem Handgelenk wird eine Delle modelliert. Hierauf erfolgt eine radiologische Kontrolle. Am Folgetag werden periphere Durchblutung, Motorik und Sensibilität untersucht und auf mögliche Druckstellen durch den Gips geachtet. Am vierten Tag erfolgt der Gipsschluss in Aushang und eine weitere Röntgenkontrolle. Am elften Tag wird der Gips im Aushang abgenommen und ein Radius-FCT angelegt. Hierauf wird die Stellung im Röntgen kontrolliert. Weitere klinische und radiologische Kontrollen erfolgen am 18. und am 28. Tag. Je nach Ergebnis der Untersuchungen wird die Gipsschiene belassen, eine neue angelegt oder das Verfahren gewechselt. Am 18. Tag kann die radiologische Kontrolle entfallen, falls nicht manipuliert wurde. Die Immobilisation dauert je nach Ausmaß der knöchernen Konsolidierung vier bis sechs Wochen.

2.2.5.3 Operative Therapie

Nachfolgend werden die verschiedenen Verfahren zur operativen Versorgung distaler Radiusfrakturen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Versorgung mittels palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese.

2.2.5.3.1 Versorgung mittels Bohrdrahtosteosynthese

Die Bohrdrähte dienen zur Stabilisierung der Brüche nach gedeckter Reposition. Sie kommen auch bei offenen Operationen zum Einsatz.

Es gibt unterschiedliche Techniken zur Stabilisierung mittels Bohrdraht. Ziel vieler Methoden ist, das distale Fragment mittels Bohrdrähten am proximalen Radius zu fixieren. Im Gegensatz dazu hat Kapandji eine Technik entwickelt, bei der das proximale Fragment nicht fixiert, sondern abgestützt wird (37,42,72,78,114).

Beispielhaft wird die Stabilisierung über den Processus styloideus radii erläutert. Hierbei werden zwei bis drei Drähte perkutan über den PSR durch die Radiusmetaphyse bis zur ulnaren Kortikalis gebohrt. Sie verlaufen versetzt, in proximal ulnarer Richtung und sollten sich in Frontal- und Sagittalebene überkreuzen. Hierbei ist der Nervus radialis superficialis gefährdet. Möchte man diesen sicher schonen, empfiehlt sich eine offene Fixation. Nach Längsinzision an der Basis der Tabatière (einer tastbaren Grube zwischen den Sehnen des M. abductor pollicis longus und Musculus extensor pollicis brevis auf der radialen Seite und der Sehne des Musculus extensor pollicis longus auf der ulnaren Seite) wird der Nerv aufgesucht und angeschlungen. Die Drähte können unter Sicht platziert werden. Je nach Fraktur können weitere Drähte zur Stabilisierung eingebracht werden (72,78,114).

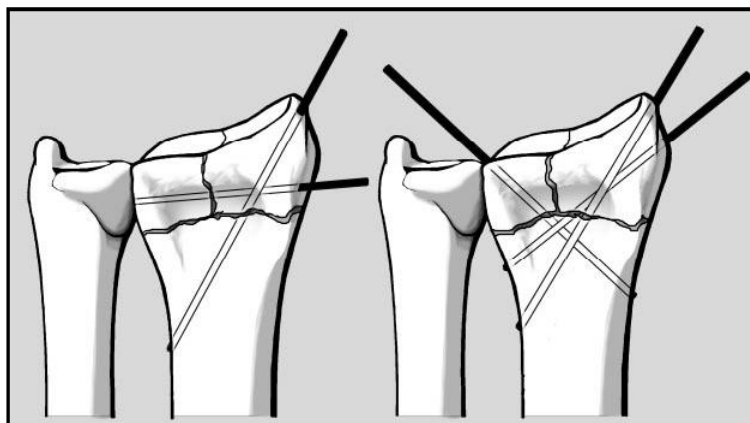


Abbildung 7 Fixierung über den PSR; Fraktur mit dorsoulnarem Fragment, das zusätzlich über einen Draht fixiert wurde (72)

In der Technik nach Kapandji wird ein Draht von dorsal in die Frakturzone eingeführt und in der palmaren Kortikalis verankert. Der Draht wird senkrecht zur Radiusmetaphyse eingebracht, um ca. 45° gekippt und bis zur Gegenseite vorgebohrt. Dies verhindert eine dorsale Verkipfung des Fragments. Zur Sicherung einer Rotationsstabilität werden weitere Drähte verwendet (37,71,72,78,114).

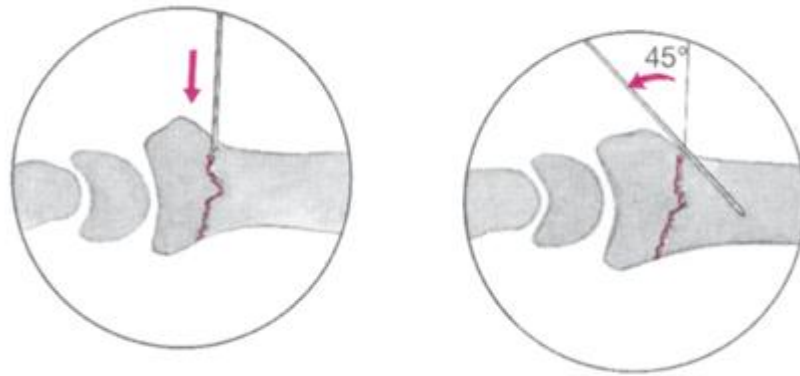


Abbildung 8 Kapandji Technik (37)

Die Nachbehandlung erfolgt meist in Ruhigstellung für mindestens vier Wochen. In manchen Kliniken wird die in Kapandji Technik versorgte Fraktur mit frühfunktioneller Beübung nachbehandelt. Die Drähte verbleiben mindestens vier bis sechs Wochen und enden je nach Klinik über dem Hautniveau oder subkutan. Sie werden in Lokalanästhesie entfernt (37,78,114).

Eine Metaanalyse der Cochrane Database beschäftigte sich mit verschiedenen Verfahren zur perkutanen Versorgung distaler Radiusfrakturen mittels Bohrdrähten. Es konnten für kein Verfahren klare Vorteile gegenüber den anderen festgestellt werden. Das Verfahren nach Kapandji zeigte eine höhere Komplikationsrate im Vergleich zu den anderen Verfahren (42).

2.2.5.3.2 Versorgung mittels Schraube

Eine weitere Möglichkeit der Stabilisierung nach gedeckter Reposition ist die perkutane Verschraubung. Die Schraubenosteosynthese kommt vor allem bei Frakturen des PSR zum Einsatz. In manchen Situationen empfiehlt sich auch hier ein offener Zugangsweg. Die Fraktur wird mittels einer Zugschraube stabilisiert. Falls eine Instabilität in der Rotation vorliegt, kann ein zusätzlicher Draht verwendet werden. Bei dieser Methode ist eine Ruhigstellung von ein bis vier Wochen nötig. Bei stabiler Situation kann nach kurzer Ruhigstellung mit der Beübung des Handgelenks begonnen werden (72,78).

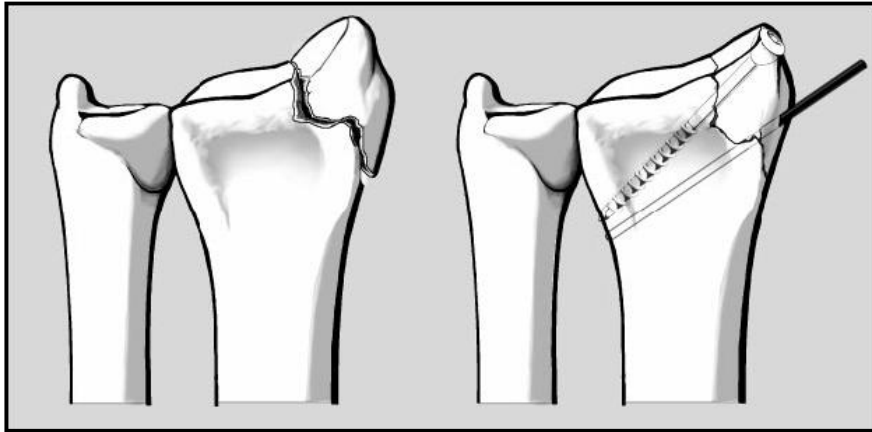


Abbildung 9 Versorgung mittels Schraube und Bohrdraht (72)

2.2.5.3.3 Versorgung mittels Fixateur externe

Beim Fixateur externe wird die Fraktur nach geschlossener manueller Reposition stabilisiert. Hierzu werden jeweils zwei Pins proximal und distal der Fraktur eingebracht. Die proximalen Pins sind im Radiuschaft verankert, die distalen im zweiten Metacarpale. Je nach Fraktur kann eine zusätzliche Bohrdrahtstabilisierung nötig sein. Der Fixateur arbeitet mittels Distraction. Durch den Weichteilmantel und die Ligamentotaxis soll die Fraktur in reponierter Stellung gehalten werden. Impressionen im Bereich der Fossa lunata können bei diesem Verfahren nicht ausgeglichen werden. Auch die Dorsalverkipfung, die bei vielen distalen Radiusfrakturen auftritt, kann nicht durch alleinigen Zug korrigiert werden. Hier ist eine manuelle Reposition nötig (72,78,100,114).

Der Fixateur externe, früher das Versorgungsmittel der Wahl für die distale Radiusfraktur, wird heute nur bei bestimmten Indikationen eingesetzt. Hierzu zählt die vorübergehende Versorgung bei schwerwiegenden offenen Knochenbrüchen mit großen Weichteilverletzungen, bei polytraumatisierten Patienten oder bei geplanter Überweisung in ein anderes Krankenhaus zur definitiven Versorgung. Als definitive Versorgung kommt er bei extraartikulären Frakturen oder bei intraartikulären Frakturen mit wenigen unverschobenen Gelenkfragmenten zum Einsatz. Bei komplexen Verletzungen kann er in Kombination mit einem internen Verfahren eingesetzt werden. Er sollte unter anderem nicht bei Ulnarverschiebung, intraartikulären Abscherfrakturen und radiocarpalen oder palmaren Bandverletzungen eingesetzt werden (100,114).

Der Fixateur wird bei der definitiven Versorgung zwischen sechs und acht Wochen belassen (72,78,100).

2.2.5.3.4 Versorgung mittels nicht winkelstabiler Plattensysteme

Die Abstützplatten werden je nach Frakturform dorsal oder palmar angebracht. Dorsale Frakturen mit geringer Verschiebung der palmaren Kortikalis werden mit dorsaler Platte versorgt. Bei palmaren, zentralen und den übrigen dorsalen Frakturen erfolgt eine Stabilisierung von palmar. Die konventionelle Plattenosteosynthese fordert absolute Stabilität und führt zu einer primären Knochenbruchheilung. Die Stabilität wird durch eine Kompression der Platte an den Knochen erreicht und wird durch das Drehmoment der Schraube und die Reibkraft zwischen Platte und Knochen bestimmt. Das Drehmoment der Schraube hängt von der Qualität des Knochens ab. Osteoporose oder eine in anderer Form pathologisch veränderter Knochenstruktur beeinträchtigen das Drehmoment. Je nach Stabilität der Versorgung erfolgt eine Ruhigstellung von zwei bis vier Wochen. Das Hauptproblem dieser Osteosynthese ist der sekundäre Repositionsverlust. Durch den engen Kontakt zwischen Platte und Knochen wird die Durchblutung des Periosts beeinträchtigt. Dies kann zu Nekrosen und Schraubenlockerung führen. Bei der konventionellen Plattenosteosynthese sind die Schrauben nicht fest mit der Platte verbunden. Entscheidend für die Stabilität ist die Kontaktzone zwischen Schraube und Knochen. Bei zu starken einwirkenden Kräften folgen Umbauvorgänge im Knochen, was zur Lockerung der Schrauben und zum Repositionsverlust führt (22,52,78).

2.2.5.3.5 Operative Versorgung mittels winkelstabiler Plattensysteme

Bei winkelstabilen Platten sind die Schraubenköpfe fest in der Platte verankert. Der Schraubenkopf wird auf unterschiedliche Weise innerhalb der Platte verblockt. Bei den unidirektionalen Platten findet sich in der Platte ein Gewinde für den Schraubenkopf. Dieses ermöglicht das Einbringen der Schraube in einem festgelegten Winkel. Eine Koaxialität zwischen Plattengewinde und Bohrkanal ist dringend notwendig. Eine Winkeländerung ist nur durch Biegen der Platte möglich. Bei den multidirektionalen Implantaten ist das Einbringen der Schrauben in unterschiedlichen Winkeln möglich. Schraubenkopf und Plattengewinde sind so aufeinander abgestimmt, dass eine Verblockung in unterschiedlichen Schraubenstellungen möglich ist. Dies wird zum Beispiel durch eine sphärische Keilverblockung des Schraubenkopfes erreicht. Im Bereich des Schaftes finden sich häufig Kombinationslöcher mit winkelstabilen und konventionellen Loch. Diese ermöglichen auch das Einbringen herkömmlicher Schrauben, die eine Kompression zwischen Platte und Knochen aufbauen (22,52,65).

Die winkelstabile Versorgung distaler Radiusfrakturen zeigt eine andere Biomechanik als die konventionelle Verplattung. Die einzelnen Schrauben funktionieren als Einheit. Die Stärke der Fixation entspricht der Summe aller Berührungsflächen zwischen Schrauben und Kno-

chen. Die Osteosynthese erfolgt nach dem Prinzip eines Fixateur interne. Sie benötigt keine Kompression zur Stabilisierung und beeinträchtigt die Durchblutung des Periosts nicht. So schafft die winkelstabile Versorgung gute Bedingungen für die sekundäre Knochenbruchheilung. Der Kraftfluss über die Platte und die winkelstabile Verankerung der Schrauben in der Platte schaffen eine stabile Situation.

Es existieren verschiedene Typen winkelstabiler Platten am distalen Radius, wie zum Beispiel einreihige Platten, zweireihige Platten oder Rahmenplatten. Diese verschiedenen Implantate unterscheiden sich in der Versorgungsphilosophie. Nachfolgend wird näher auf die zweireihigen Plattensysteme eingegangen. Diese kamen beim vorliegenden Patientenkollektiv hauptsächlich zum Einsatz.

Beim Einbringen der Schrauben sollten bei zweireihigen Systemen folgende Prinzipien beachtet werden: Im distalen Anteil des Radius werden zwei Reihen winkelstabiler Schrauben eingebracht. Die distale Reihe fächert sich subchondral auf. Dies unterstützt die zentralen und palmaren Anteile der Gelenkfläche. Die subchondrale Platzierung ist wesentlich für die Kompensation der einwirkenden Kräfte. Die korrekte Positionierung der distalsten Schraubenreihe ist wichtig für den Erhalt der Radiuslänge (21). Die proximale Reihe wird dorsal subchondral platziert. Sie stabilisiert im Besonderen den Processus styloideus radii und die dorsoulnaren Fragmente. Durch die Winkelstabilität der Schrauben ist ein bikortikales Einbringen dieser Schrauben nicht nötig, sofern sie in Knochen und Platte fest verankert sind. Die Verblockung in der Platte sorgt für gute Kompensation von axialen Kräften und Biegekräften. Stabilisierung gegenüber von Torsionskräften wird vor allem durch bikortikale Verschraubung erreicht. Diese Kräfte müssen insbesondere im Bereich des Schaftes beachtet werden. Aus diesem Grund sollte dort keine unikortikale Verschraubung erfolgen. Es ist wichtig, dass vor allem die proximalste Schraube die Gegenkortikalis greift. Dies trägt entscheidend zur Stabilität der Osteosynthese bei. Im metaphysären Anteil des Radius wird auch die Kompression zur Stabilisierung eingesetzt. Aus diesem Grund werden neben winkelstabilen Schrauben konventionelle Schrauben verwendet (22,52,65,74).

Der palmare Zugang zur operativen Versorgung distaler Radiusfrakturen bringt einige Vorteile gegenüber dem dorsalen Zugang. Bei der Versorgung der distalen Radiusfrakturen von palmar gibt es unterschiedliche Zugangswege. Ein häufig verwendeter und auch am Universitätsklinikum Regensburg gebräuchlicher Weg ist radial der Sehne des Musculus Flexor carpi radialis, die nach ulnar weggehalten wird. Die A. radialis wird bei Bedarf dargestellt, angeschlungen und nach radial weggehalten. Hierauf präpariert man in die Tiefe zum Musculus pronator quadratus, der radial abgelöst wird. Nach Reposition wird die Platte ange-

legt, das Gleitloch im Schaft besetzt und die distalen Schrauben eingebracht. Hierauf werden die übrigen Schraubenlöcher besetzt (83).

2.2.5.3.6 Versorgung mittels intramedullärer Implantate

Seit einigen Jahren existieren verschiedene intramedulläre Verfahren zur Versorgung distaler Radiusfrakturen.

Eine Möglichkeit ist die Einbringung intramedullärer Drähte. Dieses Verfahren entspricht im Aufwand der herkömmlichen Bohrdrähtosteosynthese. Der Operateur führt lange Drähte in den distalen Radius ein und schiebt diese intramedullär bis zum Radiusköpfchen vor. Die isoelastische Spannung der Drähte bewirkt eine Stabilität der Versorgung, die mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese vergleichbar ist. Eine frühfunktionelle Nachbehandlung ist möglich. Die klinischen Ergebnisse sind positiv (93).

Eine andere Möglichkeit ist eine intramedulläre Nagelplatte. Diese besteht aus einem proximalen Nagelanteil mit Verriegelungsschrauben und einem distalen Plattenanteil mit winkelstabilen Stiften. Das Verfahren eignet sich für die Versorgung von A2-, A3- und teilweise von B-Frakturen nach der AO-Klassifikation. Der Nagel wird intramedullär in den proximal des Frakturspalts gelegenen Radius eingebracht. Die Platte liegt distal des Frakturspalts. Dazwischen findet sich ein verbindendes Halsstück, welches im Frakturspalt zum Liegen kommt. Dieses Verfahren zeigt gute Ergebnisse in den klinischen Studien (24,36).

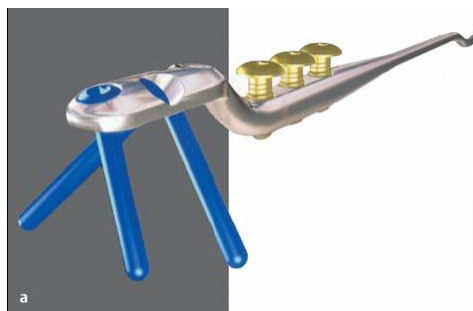


Abbildung 10 Beispiel für ein intramedulläres Osteosynthesystem (24)

2.2.5.4 Therapiewandel der distalen Radiusfraktur

Die distale Radiusfraktur wurde anfänglich ausschließlich konservativ therapiert. Abraham Colles war der Ansicht, dass auch Patienten, deren distale Radiusfrakturen in Achsabweichung ausheilten, irgendwann völlige Bewegungs- und Schmerzfreiheit genießen konnten. Anfang der 1990er wurde zunehmend die anatomische Rekonstruktion als Therapieziel gefordert (64,89,119). Eine konservative Therapie erreicht nicht immer eine anatomische Rekonstruktion (8,39,40), was zu schlechten funktionellen Ergebnissen führen kann. So kamen zu-

nehmend operative Verfahren zum Einsatz (37,73,99). Anfänglich Drähte, Schrauben, Fixateur externe, dann zunehmend Plattenosteosynthesen. Ein Vergleich der verschiedenen Behandlungsverfahren durch die Cochrane Library hat keine Methode der Wahl festgestellt (39,40,42). Trotz Mangel evidenzbasierter Grundlagen findet sich in den letzten Jahren mit der Einführung winkelstabiler Implantate am distalen Radius ein zunehmender Trend zur Versorgung mittels Plattenosteosynthese (13,25,58). Eine aktuelle Studie zeigt, dass sich in den Vereinigten Staaten von Amerika die Anzahl der Plattenosteosynthesen zwischen 1998 und 2004 nahezu verdoppelt hat (25). Zwischen 1999 und 2007 stieg der Anteil der von einem bestimmten Ärztekollektiv offen versorgten Radiusfrakturen von 42% auf 81% aller operativ versorgten Radiusfrakturen. Der Anteil der perkutanen Verfahren an allen operativen Verfahren sank somit auf 19% (50). Eine deutschlandweite Studie zur Untersuchung der stationären Behandlungsqualität distaler Radiusfrakturen zeigte, dass zwischen 2002 und 2003 von den stationär versorgten Patienten mit isolierter distaler Radiusfraktur 83,6% operativ behandelt wurden. Hierbei war die Bohrdrahtosteosynthese mit 44,7% das häufigste operative Verfahren, gefolgt von der Plattenosteosynthese mit 36,8% (105). Auch nach Einführung der winkelstabilen Plattenosteosynthese werden der Großteil der distalen Radiusfrakturen (80 Prozent der Behandlungszahlen) konservativ therapiert (25,39).

Tabelle 1: Verteilung der Therapieverfahren nach (25)

| Jahr | Nicht Operativ (%) | Perkutane Fixation (%) | Plattenosteosynthese (%) |
|-------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 1998 | 84 | 11 | 5 |
| 1999 | 85 | 11 | 4 |
| 2000 | 84 | 12 | 5 |
| 2001 | 83 | 12 | 5 |
| 2002 | 83 | 11 | 6 |
| 2003 | 82 | 12 | 7 |
| 2004 | 83 | 9 | 8 |

2.2.6 Komplikationen nach distalen Radiusfrakturen

Neben allgemeinen Komplikationen distaler Radiusfrakturen gibt es Therapie bedingte Schwierigkeiten. Die nachfolgende Darstellung beschränkt sich auf die für das Patientengut mit palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese relevanten Aspekte. Auch auf mögliche Komplikationen einer Ruhigstellung wird eingegangen.

2.2.6.1 Allgemeine Komplikationen distaler Radiusfrakturen

Radiusfrakturen sind unabhängig von der Versorgungswahl mit Komplikationen assoziiert. Die Dislokation der Fragmente bedingt Begleitverletzungen des Weichteilgewebes (33,78-80,85,86,89,92,98). Gefäße und Nerven können verletzt werden, auch ein traumatisches Karpaltunnelsyndrom ist möglich. Dieses muss akut und in der postoperativen Behandlung beachtet werden (17,40,55). Weitere Komplikationen werden im Verlauf erläutert.

2.2.6.2 Intraoperative Komplikationen

Die Operation der distalen Radiusfrakturen ist mit Risiken verbunden. Gefäß-, Nerven- und Sehnenverletzungen sind möglich. Durch die Operation in Blutleere können Thrombosen und Embolien auftreten. Infektionen sind möglich.

2.2.6.3 Sekundäre Dislokation

Eine häufige Komplikation distaler Radiusfrakturen ist die Verheilung in Achsabweichung (46). Dies hat sich auch mit zunehmender operativer Versorgung der Frakturen nicht geändert (82). Die sekundäre Dislokation kann je nach Fraktur extraartikulär, intraartikulär oder kombiniert auftreten. Extraartikuläre Achsabweichungen resultieren in Längenverlust oder Veränderungen des Gelenkwinkels. Intraartikulär können das Radiocarpal-, das distale Radioulnargelenk oder beide Gelenke betroffen sein. Eine Kombination von extra- und intraartikulärer Dislokation ist möglich. Die häufigsten Achsabweichungen sind Verlust der Gelenkwinkel in Frontal- und Sagittalebene, eine Verkürzung des Radius im Vergleich zur Ulna und ein Rotationsabweichung des distalen Fragments. Je nach Form der Achsabweichung resultieren unterschiedliche Komplikationen. Kraftminderung, verschlechterte Sehnenfunktion, eingeschränkte Beweglichkeit und Schmerzen sind die häufigsten Probleme. Eine dorsale Deformität mit Verlust der palmaren Neigung der Gelenkfläche führt zu einer verringerten Beugefähigkeit und unter Umständen zu einer vermehrten Streckung im Handgelenk. Der veränderte Kraftfluss kann zu einer posttraumatischen Arthrose führen. Eine Neigung der Gelenkfläche nach dorsal bedingt möglicherweise eine vermehrte Belastung der ulnaren Säule und eine radiocarpale Instabilität. Bei einem Verlust der Ulnarinklination wird der Karpaltunnel nach radial verlagert. Die neue Führung der Beugesehnen bewirkt einen Kraftverlust. Eine Dorsalverkipfung beeinträchtigt die Strecksehnenfunktion und engt den Karpaltunnel ein. Die Palmarverkipfung geht häufig mit einer Schädigung des distalen Radioulnargelenks einher. Die Verkürzung des Radius bedingt eine Spannung des TFCC, beeinträchtigt die Umwendbewegung und kann zu einem Ulna-Impaction-Syndrom führen, bei welchem das Caput ulnae

gegen das Os lunatum gepresst wird. Die veränderte äußere Form des Handgelenks wird vom Patienten häufig als unästhetisch empfunden (4,17,46,46,82,89,91).

Es ist umstritten, ob jede Achsabweichung zu therapiebedürftigen Beschwerden führt. Nach Colles bereiten in Achsabweichung verheilte Frakturen länger Schmerzen und funktionelle Beschwerden, resultieren aber nach einiger Zeit in völliger Schmerzfreiheit und uneingeschränkter Beweglichkeit (15). Neuere Arbeiten halten eine anatomische Rekonstruktion für erstrebenswert, da ein Großteil der Patienten mit in Achsabweichung verheilten Radiusfrakturen unter deutlichen Funktionseinschränkungen leidet (31,46,64,82,112). Dies ist anscheinend nicht immer der Fall (31,46,82). Vor allem ältere Patienten mit geringem funktionellen Anspruch an ihre Hände haben kaum Beschwerden bei in Achsabweichung verheilten Radiusfrakturen (120). Daher sollte eine Behandlungsindikation für in Achsabweichung verheilte Radiusfrakturen nicht allein anhand der radiologischen Aufnahmen gestellt werden, sondern sich an den Beschwerden der Patienten orientieren. Wichtig ist, auf eine Korrelation der Beschwerden mit der anatomischen Fehlstellung zu achten. Das Vorgehen wird anhand des Beschwerdebildes und der therapeutischen Möglichkeiten bestimmt (46,82).

2.2.6.4 Postoperative Komplikationen der Sehnen

Im Rahmen einer distalen Radiusfraktur können Probleme der Sehnen wie Reizungen, Verklebungen oder Rupturen auftreten.

Das eingebrachte Implantat kann die Beugesehnen irritieren. Dies ist vor allem bei schlechter Lage der Platte möglich. Bei der Positionierung der Platte ist die Watershed-Linie wichtig, ein Vorsprung, an welchem die Beugesehnen über den distalen palmaren Radius gleiten. Die palmaren Platten sollten proximal dieser Landmarke angebracht werden. Liegen sie zu weit distal, gleiten die Sehnen über die Platte und der Gleitvorgang wird gestört. Vor allem die Sehne des M. flexor pollicis longus und die tiefe Beugesehne des Zeigefingers sind gefährdet (9,19).

Auch Rupturen der Sehne des M. extensor pollicis longus sind beschrieben. Diese sind Gegenstand verschiedener Studien mit unterschiedlichen Erklärungsansätzen. Ein versehentliches Anbohren der Sehne während der Operation und zu lang gewählte Schrauben können die Sehne schädigen (2). Auch ein Reiben an einem scharfkantigen Knochenfragment im Bereich des Tuberculum dorsale kann zur Ruptur führen (10). Die Blutversorgung der EPL-Sehne ist vor allem im Bereich des dritten Strecksehnenfaches spärlich. Da die Sehnenrupturen auch bei unverschobenen Frakturen auftreten, ergibt sich folgende Theorie: Bei unverschobenen Frakturen bleibt das Retinaculum extensorum intakt. Dadurch wird die Sehne gegen den Kallus

gepresst. Lokale Prozesse erhöhen den Gewebedruck zusätzlich. Dies bedingt einer Verschlechterung der Blutversorgung, was zur Degeneration und Ruptur der Sehne führen kann. Hämatome innerhalb der Sehnenscheide können zu einer Schädigung der Sehne führen, indem sie alternative Ernährungswege über Diffusion unterbinden. Die meisten Rupturen treten innerhalb der ersten acht postoperativen Wochen auf (23,23,43).

2.2.6.5 Postoperative Komplikationen der Nerven

Das bereits erwähnte posttraumatische oder postoperative Karpaltunnelsyndrom ist eine gefürchtete Komplikation der distalen Radiusfraktur. Es kann notfallmäßig direkt nach der Operation oder mit zeitlichem Abstand zur Fraktur auftreten. Ursachen der Medianussymptomatik sind Hämatome im Karpaltunnel oder auf Höhe der Fraktur. Auch ein Hyperextensionstrauma mit direkter Schädigung des Nervs während des Unfalls ist möglich. Eine Heilung der Fraktur mit starker Kallusbildung oder eine Verheilung in Achsabweichung können ebenfalls zur Irritation des Nervs führen (55).

2.2.6.6 Chronisch regionales Schmerzsyndrom

Das chronisch regionale Schmerzsyndrom (nachfolgend CRPS) an der Hand beschreibt einen Symptomenkomplex mit Spannung der Finger, Schwellung, Einschränkung der aktiven Fingerbeweglichkeit, verminderter Kraft, Osteoporose und Störungen der sympathischen Innervation im Bereich der betroffenen Körperregion. Letzteres kann sich in vermehrtem Schwitzen, unterschiedlicher Temperatur und anderer Hautfarbe im Vergleich zur Gegenseite zeigen. Man unterscheidet zwei Formen des CRPS. Dem Typ I liegt keine Nervenschädigung als Ursache zugrunde. Beim Typ II findet sich eine Nervenschädigung. Der Typ II wird auch Kausalgie genannt, da er auf eine Ursache zurückzuführen ist (6,34,96).

Das CRPS tritt häufig bei Verletzungen oder operativen Eingriffen im Bereich der Hand auf. Nach distaler Radiusfraktur werden Werte zwischen 8% und 35% angegeben (34). Die Pathogenese und Einflussfaktoren des Syndroms sind unklar. Patienten mit CRPS werden häufig als psychisch anfälliger bezeichnet, was aber umstritten ist (6,84). Wichtig ist es, die Krankheit in einem frühen Stadium zu erkennen und rechtzeitig therapeutisch abzufangen. Hierzu muss auf die Leitsymptome des Syndroms geachtet werden. Ein wichtiges Alarmsignal ist eine gestörte Funktion des sympathischen Nervensystems im Bereich der Hand. Diese ist häufig bei Beginn eines CRPS zu beobachten. Das Auftreten einzelner Leitsymptome führt nicht automatisch zur Diagnosestellung eines CRPS. Erst eine Kombination mehrerer Faktoren zeigt eine statistisch signifikante Verbindung zur Erkrankung (34,96).

2.2.6.7 Komplikationen durch das Implantat

Das Implantat kann unter Umständen den auftretenden Kräften nicht standhalten. Schrauben können sich lockern oder die Fragmente nicht richtig fassen. Beides führt zu sekundärem Repositionsverlust. Gelockerte Schrauben reizen die Weichteile. Werden von palmar eingebrachte Schrauben zu lang gewählt, irritieren sie die Strecksehnen proximal des Handgelenks. Schrauben können ungewollt in Gelenke reichen, was zu Bewegungseinschränkungen und Schmerzen führt (4,5,91).

2.2.6.8 Mögliche Komplikationen durch die Ruhigstellung

Als großer Vorteil der winkelstabilen Plattenosteosynthesen wird die frühe Mobilisation angesehen. Viele Autoren sprechen sich für eine rasche Physiotherapie und Mobilisierung nach der Operation aus in der Annahme, dass dies zu besseren klinischen Ergebnissen führt (75,91,111). Ob die postoperative Ruhigstellung des Handgelenks wirklich ein funktionell schlechteres Ergebnis liefert, ist nicht bewiesen (58). Es ist wichtig, dass die Schiene die MCP-Gelenke frei gibt, damit die Fingerfunktion früh geübt werden kann. Fehlende Beübung der Fingergelenke kann zu deutlichen Bewegungseinschränkungen in den Fingern führen (8,39).

2.3 Wesentliche Scores zur Beurteilung des klinischen Ergebnisses

2.3.1 Kapandji Score zur Beurteilung der Daumenopposition

Zur objektiven Beurteilung der Daumenopposition hat Kapandji ein Bewertungsschema entwickelt. Hierzu wird die Beweglichkeit des Daumens anhand anatomischer Landmarken beurteilt. Der Patient muss mit seinem Daumen die vier Langfinger derselben Hand berühren. Die aufeinander folgenden Kontaktpunkte sind die Außenseiten der proximalen, der mittleren und der distalen Phalanx des Zeigefingers, die Spitzen von Zeige-, Mittel-, Ring- und kleinem Finger, die Beugefalten des DIP- und des PIP-Gelenkes des kleinen Fingers, die proximale Falte des kleinen Fingers und die distale Hohlhandfalte. Diese Kontaktpunkte liefern in aufsteigender Reihenfolge Punktwerte von eins bis zehn. Der Test ist aussagekräftig, wenn die vorangehenden Kontaktpunkte erreicht werden (48).

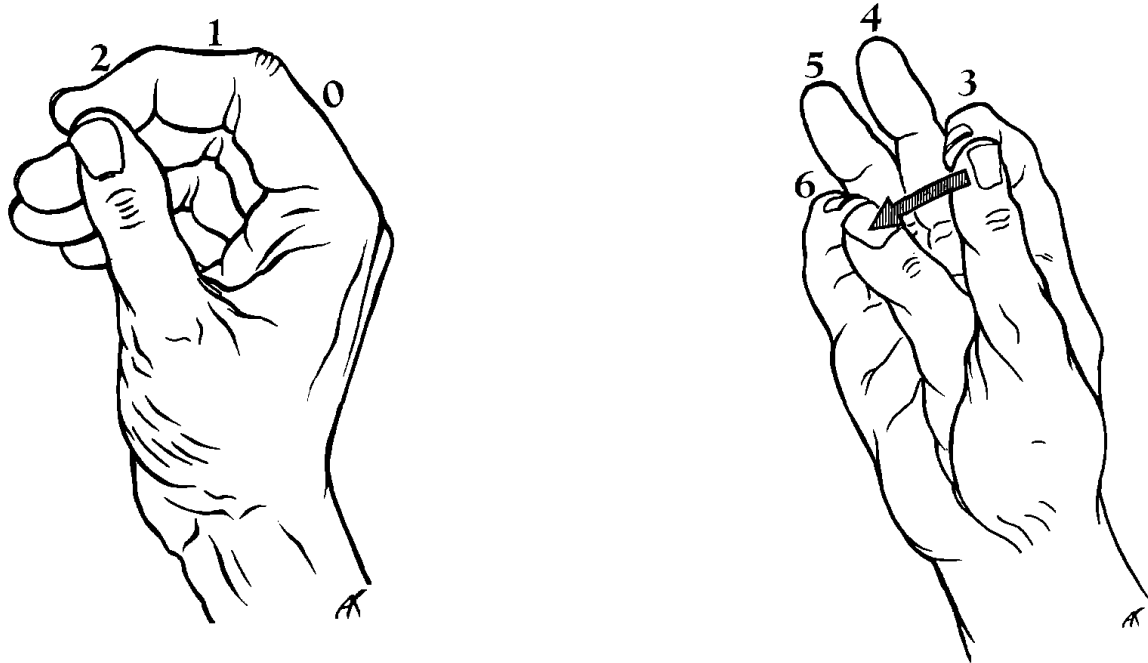


Abbildung 11 Beurteilung der Opposition nach Kapandji (48)

2.3.2 Funktionelle Mischscores

2.3.2.1 Cooney und Bussey Score

Der Score nach Cooney und Bussey besteht aus vier Kategorien, in denen jeweils 25 Punkte erreicht werden können. Daraus ergibt sich eine maximale Punktzahl von 100. Das Ergebnis wird nach Punktzahl in vier Stufen beurteilt. Zwischen 90 und 100 Punkten gilt das Ergebnis als ausgezeichnet, zwischen 80 und 90 Punkten als gut, zwischen 65 und 80 Punkten als aus-

reichend und mit weniger als 65 Punkte als mangelhaft. Die beurteilten Kategorien sind Schmerz, funktioneller Status, Bewegungsumfang und Griffstärke (16).

Tabelle 2: Score nach Cooney und Bussey

1. Schmerz (25 Punkte)

| | |
|------------------------|----|
| kein Schmerz | 25 |
| wenig / manchmal | 20 |
| mäßig / tolerabel | 15 |
| stark bis unerträglich | 0 |

2. Funktioneller Status (25 Punkte)

| | |
|-------------------------------------|----|
| zurückgekehrt zu normaler Arbeit | 25 |
| eingeschränkte Arbeit | 20 |
| kann arbeiten, aber arbeitslos | 15 |
| schmerzbedingt keine Arbeit möglich | 0 |

3. Bewegungsumfang (25 Punkte)

| | |
|---|----|
| Beweglichkeit in Prozent zur normalen Beweglichkeit | |
| 100% | 25 |
| 75 – 100% | 15 |
| 50 - 75% | 10 |
| 25 – 50 % | 5 |
| 0 – 25 % | 0 |
| Beweglichkeit in Extension/Flexion, wenn nur betroffene Hand beurteilt wird | |
| 120° oder mehr | 25 |
| 90 – 120° | 15 |
| 60 – 90° | 10 |
| 30 – 60° | 5 |
| 30° oder weniger | 0 |

4. Griffstärke (25 Punkte) (Prozent der Gegenseite)

| | |
|-----------|----|
| 100 % | 25 |
| 75 – 100% | 15 |
| 50 – 75 % | 10 |
| 25 – 50 % | 5 |
| 0 – 25 % | 0 |

2.3.2.2 Mayo Wrist Score

Der Mayo Wrist Score ist ein funktioneller Mischscore mit vier Items: Schmerz, Zufriedenheit, Bewegungsumfang und Kraft. Bei jedem Item können zwischen 0 und 25 Punkte erreicht werden. Die Variablen sind ordinal skaliert. Die Gesamtpunktzahl errechnet sich aus der Summe der Einzelwerte. Ein Punktwert zwischen 90 und 100 spricht für ein sehr gutes Ergebnis, zwischen 80 und 89 für ein gutes Ergebnis, zwischen 65 und 79 für ein befriedigendes Ergebnis und unter 65 für ein schlechtes Ergebnis (53).

Tabelle 3: Mayo Wrist Score

1. Schmerz

| | |
|---|----|
| kein Schmerz | 25 |
| leichter Schmerz bei starker Aktivität | 20 |
| Schmerz nur bei Wetteränderung | 20 |
| mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität | 15 |
| leichter Schmerz bei Alltagstätigkeiten | 15 |
| mittelgradiger Schmerz bei Alltagstätigkeiten | 5 |
| Ruhschmerz | 0 |

2. Zufriedenheit

| | |
|-----------------------------------|----|
| sehr zufrieden | 25 |
| mittelmäßig zufrieden | 20 |
| nicht zufrieden aber arbeitsfähig | 10 |
| nicht zufrieden, arbeitsunfähig | 0 |

3. Bewegungsumfang

| | |
|-----------------------|----|
| 100% der Gegenseite | 25 |
| 75–99% der Gegenseite | 15 |
| 50–74% der Gegenseite | 10 |
| 25–49% der Gegenseite | 5 |
| 0–24% der Gegenseite | 0 |

4. Griffstärke (Grobgriff)

| | |
|-----------------------|----|
| 100% der Gegenseite | 25 |
| 75–99% der Gegenseite | 15 |
| 50–74% der Gegenseite | 10 |
| 25–49% der Gegenseite | 5 |
| 0–24% der Gegenseite | 0 |

2.3.2.3 Krimmer Score

Der Score nach Krimmer ist ein funktioneller Mischscore mit fünf Kategorien. Diese sind Kraft, Bewegungsumfang, Schmerz und Gebrauchsfähigkeit. Es werden jeweils Punkte vergeben, aus denen sich der Gesamtscore errechnet. Insgesamt können 100 Punkte erreicht werden, was dem besten Ergebnis entspricht. Ein Punktwert zwischen 81 und 100 Punkt steht für ein sehr gutes, einer zwischen 66 und 80 Punkten für ein gutes, einer zwischen 51 und 65 für ein befriedigendes und einer kleiner oder gleich 50 Punkte für ein schlechtes Ergebnis (47).

Tabelle 4: Krimmer Score

A. Kraft (in % der kontralateralen Hand)

| | |
|-----------|----|
| 0 – 25 | 0 |
| >25 – 50 | 10 |
| >50 – 75 | 20 |
| >75 – 100 | 30 |

B. Bewegungsumfang

| Extension/Flexion | Ulnar-/Radialabduktion | Pronation/Supination | |
|-------------------|------------------------|----------------------|----|
| < 30° | < 10° | < 80° | 0 |
| 31° – 60° | 10° – 35° | 81° - 110° | 10 |
| 61° - 100° | 36° - 50° | 111° – 140° | 15 |
| > 100° | > 50° | > 140° | 20 |

C. Schmerz

| | |
|----------------------|----|
| sehr stark, extrem | 0 |
| ohne / mit Belastung | 10 |
| nur bei Belastung | 15 |
| schmerzfrei | 20 |

D. Gebrauchsfähigkeit

| | |
|--|----|
| starke Einschränkung bei täglichen Aktivitäten | 0 |
| mäßige Einschränkung | 10 |
| Einschränkung bei bestimmten Aktivitäten | 20 |
| normal, keine Einschränkung | 30 |

2.3.3 Fragebögen zur subjektiven Bewertung von Gesundheitszustand und Funktion

2.3.3.1 SF 36

Der SF-36 oder Short-form-36-health survey ist ein ursprünglich in englischer Sprache entwickelter Fragebogen mit 36 Items zur Bewertung des körperlichen und psychischen Gesundheitszustands. Die Datenerhebung erfolgt in Form eines Interviews oder eines Selbstbeurteilungsbogens. Der SF-36 wurde in mehreren Studien validiert (61,62,109,116). Monika Bullinger und Inge Kirchberger führten die deutsche Bearbeitung und Validierung durch. Aus den 36 Items lassen sich acht Subskalen errechnen, aus denen eine körperliche und eine psychische Summenskala gebildet werden können. Die Summenskalen bilden ein Maß für die körperliche und psychische Gesundheit des jeweiligen Patienten. Zur Interpretation der Werte stehen Normwerte für die deutsche Normstichprobe zur Verfügung. Aus dieser können die Werte für die Gesamtpopulation oder für die entsprechende Altersgruppe herausgelesen werden und mit dem eigenen Datensatz verglichen werden. Des Weiteren stehen Normwerte für bestimmte Krankheitsbilder zur Verfügung. Auf den Skalen entsprechen höhere Werte einem besseren Ergebnis (12).

Der SF-36 wurde in verschiedenen Studien als geeignetes Instrument für die Nachsorge distaler Radiusfrakturen bewertet (28).

2.3.3.2 DASH

Der DASH ist ein Fragebogen, der vom Institute for Work and Health und der American Academy of Orthopaedic Surgeons entwickelt wurde (44). Gemäß seinem Titel Disabilities of the Arm, Shoulder, Hand ist er ein Maß für Einschränkungen im Bereich der gesamten oberen Extremität. Er kommt häufig bei der Beurteilung von distalen Radiusfrakturen zum Einsatz. In Untersuchungen wurde seine Wertigkeit bei der Beurteilung der klinischen Ergebnisse dieser Verletzung bestätigt (117).

Der Fragebogen kann für unterschiedliche Zeiträume erhoben werden und besteht aus drei Teilen. Im ersten Teil wird die Funktionsfähigkeit beurteilt. Dieser Hauptteil liefert den allgemeinen DASH Score. Der zweite Teil beurteilt Einschränkungen in Sport- und Musik. Der dritte Teil konzentriert sich auf die Arbeit. Die beiden letzten Teile sind optional.

Im Hauptteil werden in 30 Einzelfragen mögliche funktionelle Einschränkungen, Beeinträchtigungen oder Beschwerden abgefragt. Hierbei beurteilt der Patient für jede Frage auf einer Skala von 1 bis 5 seinen Zustand. Dies entspricht dem Punktwert der Einzelfrage. Die einzelnen Punktwerte werden zu einem Rohwert addiert. Der DASH-Wert berechnet sich aus dem Rohwert. Bei lückenhaft beantworteten Fragebögen kann der DASH-Wert nur berechnet wer-

den, wenn weniger als drei Fragen (10%) nicht beantwortet wurden. In diesem Fall wird der Mittelwert der übrigen Fragen für die fehlenden Werte verwendet. Fehlen mehr als drei Fragen, ist die Berechnung des DASH-Scores nicht möglich. Zur Berechnung aus dem Rohwert wird folgende Formel verwendet:

$$\frac{(Rohwert - 30)}{1,2} = DASH - Wert$$

Im optionalen Teil werden zwei Einzelscores zu Einschränkungen im sportlichen, musikalischen oder beruflichen Bereich errechnet. Diese hängen nicht mit den im Hauptteil abgefragten Aktivitäten des alltäglichen Lebens zusammen. Eine Berechnung der optionalen Scores ist nur bei vollständig ausgefülltem Fragebogen möglich. Die Patienten beurteilen wie beim allgemeinen DASH-Wert für jede Frage auf einer Skala von 1 bis 5 ihren persönlichen Status. Die Einzelpunkte werden zu einem Rohwert addiert, der maximal 20 und minimal 4 Punkte beträgt. Die optionalen DASH-Werte errechnen sich nach der Formel:

$$\frac{(Rohwert - 4)}{0,16} = DASH - Sport \text{ oder } DASH - Arbeit$$

Es besteht eine verkürzte Form des DASH-Scores: der Quick-DASH. Bei diesem werden nur die Einzelpunkte der ersten elf Fragen berücksichtigt. Die Berechnung ist nur möglich, wenn maximal eine Frage nicht beantwortet wurde. Sie erfolgt nach folgender Formel:

$$\left[\frac{Rohwert}{Anzahl \text{ der beantworteten Fragen}} - 1 \right] \times 25 = Quick - DASH - Wert$$

Alle DASH-Werte liegen auf einer Skala von 0 bis 100, wobei 0 keine Einschränkung und 100 eine hohe Einschränkung bedeutet. Die beschriebenen Auswertungen können der Anleitung zum Fragebogen entnommen werden (107).

3 Zielsetzung

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Pilotstudie zur Vorbereitung einer multizentrischen Studie. Diese Folgestudie soll die These überprüfen, dass eine frühfunktionelle Nachbehandlung im Vergleich zu postoperativer Ruhigstellung bei mittels palmarer winkelstabiler Platte übungstabil versorgter distaler Radiusfrakturen zu einem besseren klinischen Ergebnis führe. Ziel der Pilotstudie ist es, erste systematische Daten zur postoperativen Nachbehandlung von Patienten mit distaler Radiusfraktur nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese zu erheben. Aus diesem Datensatz sollen durch statistische Analyse Effektorgrößen bestimmt werden, die für die Planung einer multizentrischen Studie genützt werden. Hierzu werden verschiedene Parameter im zeitlichen Verlauf untersucht.

Für die Pilotstudie wurde das Design einer prospektiv randomisierten klinischen Studie gewählt. So soll die Machbarkeit der späteren Multizenterstudie im Vergleich der beiden Gruppen überprüft werden.

4 Patienten und Methodik

4.1 Patienten

4.1.1 Patientenkollektiv

Die Aufnahme der Patienten in die Studie fand im Zeitraum eines Jahres vom 1. August 2007 bis zum 1. August 2008 statt. Einschlusskriterien waren Volljährigkeit, mittels palmarer Platte winkelstabil versorgte Radiusfraktur, vom Operateur bestätigte Übungsstabilität, Klassifikation der Radiusfraktur nach AO als Typ 23-A2, -A3, -B1, -C1 oder -C2 und Einverständnis des Patienten zur Teilnahme. Ausschlusskriterien waren eine weitere Fraktur der betroffenen oberen Extremität, primär diagnostizierten TFCC-Läsionen oder Bandrupturen, streckseitige oder nicht winkelstabile Plattenosteosynthese, Folgeoperationen, CRPS, vorbestehende entzündliche oder degenerative Erkrankungen des Radiokarpal- oder der Radioulnargelenke und vorausgegangene Brüche oder Operationen des verletzten Handgelenks. Eine Entfernung des zur Versorgung der Radiusfraktur eingebrachten Osteosynthesematerials innerhalb des Beobachtungszeitraums stellte kein Ausschlusskriterium dar.

4.1.2 Gruppen

Nach Studieneinschluss erfolgt die Randomisierung der Patienten in zwei Gruppen. Gruppe A wurde bis zum Fadenzug mit einer Schiene versorgt. Aus dieser heraus durften die Patienten direkt nach der Operation mit der frühfunktionellen Beübung des Handgelenks nach physiotherapeutischem Standard beginnen. In Gruppe B wurde das Handgelenk konsequent für vier Wochen postoperativ ruhiggestellt. Die Patienten durften die Schiene nur zur Körperpflege oder Lymphdrainage abnehmen. Ansonsten stimmten beide Gruppen in ihrer Nachbehandlung überein.

4.2 Methodik

4.2.1 Studienaufbau

4.2.1.1 Verblindung

Für die Datenerhebung und Auswertung war eine Doktorandin zuständig. Diese wurde bezüglich der Gruppenzugehörigkeit der Patienten verblindet.

4.2.1.2 Randomisierung

Jeder Patient wurde einzeln in eine Gruppe randomisiert. Die Randomisierung erfolgte per Losverfahren und durch die Ärzte der Sektion Handchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg.

4.2.1.3 Zeitlicher Ablauf

Der Patienteneinschluss erfolgte nach der Operation und Freigabe durch den Operateur. Die Nachsorgetermine fanden nach zwei Wochen, vier Wochen, sechs Wochen, drei Monaten und sechs Monaten postoperativ statt. Hierzu wurden die Patienten in die handchirurgische Sprechstunde des Universitätsklinikums Regensburg einbestellt. Für die Untersuchung war die bereits unter 4.2.1.1 erwähnte Person zuständig. Zu jedem Termin erfolgte eine Befundbesprechung mit den behandelnden Ärzten. Direkt postoperativ, nach sechs Wochen, drei Monaten und sechs Monaten erfolgten entsprechend dem üblichen Nachuntersuchungsschema zusätzliche radiologische Verlaufskontrollen. Deren Ergebnisse waren nicht Teil der Studienauswertung.

4.2.1.4 Aufklärung und Einverständniserklärung

Die Patienten wurden von Ärzten der Sektion Handchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg über Grundlagen, Ziele, Dauer und Ablauf der Studie sowie über den Umgang mit ihren persönlichen Daten mündlich und schriftlich aufgeklärt. Hierzu erhielt jeder Patient ein Informationsblatt. Sie wurden darauf hingewiesen, dass sie ihre Teilnahme an der Studie jederzeit ohne Nennung von Gründen zurückziehen könnten. Des Weiteren unterzeichneten sie eine Einverständniserklärung, von der sie ein Exemplar erhielten.

4.2.1.5 Allgemeine Patientendaten

Von jedem Patienten wurde ein Datensatz mit personenbezogenen Daten und Informationen zur Operation erstellt.

Dieser Datensatz umfasste Alter, Geschlecht, Gewicht, Unfalltag, Unfallursache, Unfallmechanismus, Tag der Vorstellung, betroffene Seite, dominante Seite des Patienten, Art der präoperativen Ruhigstellung, präoperative Reposition, präoperative und postoperative Auffälligkeiten zu Durchblutung, Motorik und Sensibilität. Eine mögliche Osteoporosemedikation, ein Verdacht auf Osteoporose, das Vorliegen entzündlicher oder degenerativer Gelenkserkrankungen und Begleiterkrankungen wurden erfragt. Eine Klassifikation der Frakturen erfolgte nach AO, Pechlaner und Fernandez. Die erhobenen Operationsdaten waren Operationstermin, Implantat, Anästhesieform, Schnitt-Naht-Zeit, Operateur, Ergebnisse der intraoperativen Kinematographie, zusätzliche Maßnahmen und intraoperative Besonderheiten.

Des Weiteren wurde die Art der postoperativen Ruhigstellung dokumentiert.

4.2.1.6 Nachsorgeuntersuchung

Zwei Wochen, vier Wochen, sechs Wochen, drei Monate und sechs Monate postoperativ fand eine Untersuchung statt. Für diese Termine war die auswertende Person der Studie zuständig. Sie beurteilte die Handgelenksform, erfragte Ausmaß und Auslöser möglicher Schmerzen und hielt eine mögliche Wetterfühligkeit fest. Des Weiteren wurde nach Einnahme von Schmerzmitteln gefragt. Die Patienten sollten vollen Faustschluss und volle Streckung der Finger durchführen. Fingerkuppenhohlhandfaltenabstand und Streckdefizit wurden gemessen und festgehalten. Außerdem wurden Handspanne, Kommissurenöffnungswinkel in zwei Ebenen, Opposition, Spitzgriff zu jedem Langfinger und die Bewegungsumfänge beider Handgelenke dokumentiert. Die untersuchende Person testete die Beuge- und Strecksehnen der Langfinger und des Daumens und prüfte die Sensibilität über Pelzigkeit, Zweipunktdiskrimination und Spitz-Stumpf-Unterscheidung. Die Kraft in Grip und Pinch wurde dreimal je Arm gemessen. Das Gewicht des Patienten, der Umfang des Unterarms zehn Zentimeter unterhalb des Epicondylus lateralis des Humerus, der Umfang des Handgelenks und der Umfang der Mittelhand wurden dokumentiert. Die Narbe wurde untersucht und etwaige Probleme im Narbenbereich festgehalten. Abschließend wurde bei jeder Untersuchung die Arbeitsfähigkeit der Patienten erfragt.

4.2.1.7 Zusätzliche Untersuchungen

Direkt nach der Operation und nach sechs Wochen, drei Monaten und sechs Monaten postoperativ wurde entsprechend des üblichen Nachsorgeschemas eine radiologische Verlaufskontrolle durchgeführt. Bei Problemen wurden zusätzliche Untersuchungen erwogen. Die Ergebnisse dienten der üblichen Nachsorge und nicht der Auswertung der Studie.

4.2.1.8 Fragebögen

Die Patienten erhielten bei Studieneinschluss einen SF-36- und einen DASH-Fragebogen für den Zeitraum von einer Woche vor der Fraktur. Diese Fragebögen wurden an den Nachsorgeterminen wiederholt. Hier bezogen sich die Bögen immer auf die vorausgehende Woche. Beim SF-36 wurde die Form des Selbstbeurteilungsbogens gewählt.

4.2.2 Techniken

4.2.2.1 Untersuchungstechniken und Hilfsmittel

Zur Messung aller Abstände und Winkel wurde ein herkömmliches Goniometer verwendet. Beim Messen des Fingerkuppenhohlhandfaltenabstand wurde das Goniometer in die Hohlhandfalte gelegt und der Abstand zu den Fingerkuppen gemessen. Zur Messung des Streckdefizits wurde es am Handrücken angelegt und der zweite Schenkel im 90° Winkel zu den Fingerkuppen geführt. Der Kommissurenöffnungswinkel wurde in der Handebene und in Opposition des Daumens zum zweiten Strahl gemessen. Hierzu wurden die Schenkel des Goniometers auf Metacarpale I und Metacarpale II gelegt. Zur Bestimmung der Handspanne wurde der Patient gebeten, die Hand mit der Beugeseite zur Tischplatte auf einen Tisch zu legen und Daumen und Kleinfinger zeitgleich maximal zu abduzieren. Hierauf wurde die Strecke zwischen Daumen- und Kleinfingerspitze gemessen. Die Dokumentation der Handgelenksbeweglichkeit erfolgte nach der Neutral-Null-Methode für Extension und Flexion, Radial- und Ulnarabduktion sowie Pro- und Supination. Es wurden Studienarm und Gegenseite untersucht.

Die Opposition wurde in der von Kapandji empfohlenen Weise beurteilt.

Die Sehnen wurden qualitativ klinisch getestet. Zur Überprüfung der extrinsischen Strecksehnen legte der Untersucher die Finger auf die jeweilige Sehne. Bei Fingerstreckung konnte der Untersucher die Bewegung sehen und das Gleiten der Sehne unter seinem Finger fühlen. Die oberflächlichen Beugesehnen wurden getestet, indem die nicht zu testenden Finger im gestreckten Zustand festgehalten wurden und der Patient aufgefordert wurde, den zu testenden Finger zu beugen. Zur Überprüfung der tiefen Beugesehnen hemmte der Untersucher das proximale Interphalangealgelenk des jeweiligen Fingers. Hierauf beugte der Patient allein im distalen Interphalangealgelenk. Um die Sehne des M. extensor pollicis longus zu überprüfen, legte der Patient seine Hand mit der Handfläche auf den Tisch und hob allein den Daumen vom Untergrund ab. Das isolierte Beugen des Endgliedes des Daumens zeigte die Funktion der Sehne des M. flexor pollicis longus.

Eine mögliche Pelzigkeit der Hand überprüfte die untersuchende Person durch zeitgleiches Bestreichen der Studienhand und der Gegenseite. Gab der Patient subjektive Unterschiede in der Sensibilität an, wurden diese dokumentiert. Die Messung der Zweipunktdiskrimination erfolgte mittels eines Zweipunktdiskriminators. Es wurde darauf geachtet, dass bei jedem Untersuchungstermin, das gleiche Gerät verwendet wurde. An diesem wurden unterschiedliche Abstände eingestellt und der Patient gab mit geschlossenen Augen an, wie viele Berührungen er spürte. Diese Untersuchung wurde mehrmals mit unterschiedlichen Abständen durchgeführt bis der Patient bei einer Einstellung mehrmals korrekt zwei Punkte unterscheiden konnte. Der kleinste Abstand, bei dem das gelang, wurde als Zweipunktdiskrimination notiert. Für die Spitz-Stumpf-Testung wurden die Spitze des Zweipunktdiskriminators und die abgerundete Kante einer Nadelhülle verwendet. Auch bei dieser Untersuchung hielt der Patient die Augen geschlossen.

Zur Messung der Kraft in Grip wurde ein Jamar Dynamometer in Einstellung 2 verwendet. Für jede Seite wurden drei Messungen durchgeführt. Auch zur Messung der Kraft beim Schlüsselgriff wurden jeweils drei Messungen durchgeführt. Hierfür wurde ein Pinchmessgerät verwendet. Es wurde darauf geachtet, dass bei der Messung der Kraft bei den einzelnen Untersuchungen zu jedem Termin und für alle Patienten die gleichen Geräte verwendet wurden. Die Geräte zeigten die Kraft nicht in Newton an, sondern besaßen eine Skala mit Kilogramm- und Pfundwerten. Diese wurden als Kraftäquivalent festgehalten.

4.2.2.2 Technische Untersuchung

Für die radiologische Verlaufskontrolle wurde das Handgelenk entsprechend der klinischen Nachsorgeroutine in zwei Ebenen geröntgt. Bei bestimmten Fragestellungen wurden Untersuchungen mittels Computertomographie durchgeführt. Diese Untersuchungen dienten der üblichen postoperativen Verlaufskontrolle und wurden nicht im Rahmen der Studie durchgeführt.

4.2.3 Statistische Methoden

Zur statistischen Analyse wurde das SPSS Programm in der Version 16.0 verwendet.

Für alle Variablen wurden deskriptive Statistiken wie Median, arithmetisches Mittel, Modalwert und Standardabweichung erhoben.

Zur graphischen Darstellung einiger Ergebnisse wurden Boxplot-Diagramme erstellt.

Zur Beurteilung von Korrelationen wurden je nach Skalierung der Variablen Kontingenzkoeffizient, Cramers V, Phi und der Spearman Korrelationskoeffizient berechnet.

Zur Beurteilung von zwei unabhängigen Stichproben wurde der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

4.3 Ethikantrag

Ende Mai 2007 wurde der Ethikantrag für die Studie bei der Ethikkommission des Klinikums der Universität Regensburg eingereicht. Nach methodischer Modifikation stimmte die Ethikkommission im Juli 2007 zu, so dass der Patienteneinschluss im August 2007 begann.

5 Ergebnisse

5.1 Patientenkollektiv

29 Patienten wurden in die Studie eingeschlossen (17 Frauen und 12 Männer). Das Durchschnittsalter lag bei 52 Jahren, mit einem Minimum von 18 und einem Maximum von 84 Jahren. Eine Patientin hatte beide Radii gebrochen, was die Fallzahl auf 30 erhöht. Diese Patientin wird nachfolgend doppelt gezählt. In die Ruhigstellungsgruppe wurden 22, in die Gruppe mit frühfunktioneller Beübung acht Fälle randomisiert. In der Ruhigstellungsgruppe fanden sich 13 weibliche und 9 männliche Fälle. In der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung fanden sich 5 weibliche und 3 männliche Fälle. Das Durchschnittsalter lag in der Ruhigstellungsgruppe bei 57 Jahren (35-84) und in der Mobilisierungsgruppe bei 39 Jahren (18-65). Die Frauen waren im Durchschnitt 54 Jahre (20-84), die Männer 49 Jahre alt (18-68).

Tabelle 5 Aufteilung der Patienten auf die Gruppen

| | Gesamtgruppe | Ruhigstellungsgruppe | Mobilisierungsgruppe |
|--------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| Fallzahl | 30 | 22 | 8 |
| Frauen | 18 | 13 | 5 |
| Männer | 12 | 9 | 3 |
| Durchschnittsalter | 52 Jahre | 57 Jahre | 39 Jahre |
| Altersspanne | 18-84 Jahre | 35-84 Jahre | 18-65 Jahre |

Der Mann-Whitney-U-Test zeigt einen Zusammenhang zwischen Alter und Gruppenzugehörigkeit. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,035. Die höhere Rangsumme und der höhere mittlere Rang in der Ruhigstellungsgruppe sprechen für ein höheres Alter in dieser Gruppe.

Tabelle 6: Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Gruppenzugehörigkeit und Alter

| Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--------------------------|----|----------------|-----------|
| Ruhigstellungsgruppe | 22 | 17,55 | 386,00 |
| Frühfunktionelle Beübung | 8 | 9,88 | 79,00 |

Tabelle 7: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Gruppenzugehörigkeit und Alter

| | |
|---|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 43,000 |
| Wilcoxon-W | 79,000 |
| Z | -2,114 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,035 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,035 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Patienten wurden im Mittel vier Tage (0-12) nach dem Unfall operiert und konnten am fünften postoperativen Tag (0-20) das Krankenhaus verlassen. Die Operationsdauer betrug im Durchschnitt 80 Minuten. 60 Prozent der Patienten wurden in Regionalanästhesie operiert, 40 Prozent in Allgemeinanästhesie. Davon wurden drei Viertel mit Intubationsnarkose und der Rest mittels Larynxmaske durchgeführt. 18 Patienten hatten keine Begleitverletzungen, sechs Patienten hatten leichte Begleitverletzungen, sechs Patienten hatten operationsbedürftige Begleitverletzungen. Bei fünf Patienten erforderten die operationsbedürftigen Begleitverletzungen eine Anschlussheilbehandlung oder mehrere Eingriffe. Patienten ohne oder mit leichten Begleitverletzungen konnten das Krankenhaus im Mittel nach drei Tagen (0-7) verlassen.

Nach Pechlaner fanden sich 11 Frakturen mit Typ I-1, 14 Frakturen mit Typ I-2, 1 Fraktur mit Typ III-2 und 4 Frakturen mit Typ III-3. Nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen handelte es sich um vier A-2, sechs A-3, neun C-1, zehn C-2 und eine C-3 Fraktur. Die C-3 Fraktur wurde initial vom Operateur als eine C-2 Fraktur klassifiziert. Eine abschließende Kontrolle führte zur Neuklassifikation. Die Fernandez Klassifikation lieferte 18 Typ 1, fünf Typ 3 und sieben Typ 5 Frakturen. Die Verteilung ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 8 Verteilung der Frakturen nach der AO-Klassifikation (Gesamtzahlen und Prozente der Einzelgruppen)

| | Ruhigstellung | Mobilisation | Gesamt |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------|
| A-2 | 1 (4,5%) | 3 (37,5%) | 4 (13,3%) |
| A-3 | 4 (18,2%) | 2 (25,0%) | 6 (20%) |
| C-1 | 8 (36,4%) | 1 (12,5%) | 9 (30,0%) |
| C-2 | 9 (40,9%) | 1 (12,5%) | 10 (33,3%) |
| C-3 | 0 | 1 (12,5%) | 1 (3,3%) |
| Gesamt | 22 | 8 | 30 |

Tabelle 9 Verteilung der Frakturen nach Pechlaner (Gesamtzahlen und Prozente der Einzelgruppen)

| | Ruhigstellung | Mobilisation | Gesamt |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------|
| I-1 | 6 (27,3%) | 5 (62,5%) | 11 (36,7%) |
| I-2 | 11 (50,0%) | 3 (37,5%) | 14 (46,7%) |
| III-2 | 1 (4,5%) | 0 | 1 (3,3%) |
| III-3 | 4 (18,2%) | 0 | 4 (13,3%) |
| Gesamt | 22 | 8 | 30 |

Tabelle 10 Verteilung der Frakturen nach Fernandez (Gesamtzahlen und Prozente der Einzelgruppen)

| | Ruhigstellung | Mobilisation | Gesamt |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------|
| 1 | 12 (54,5%) | 6 (75,0%) | 18 (60,0%) |
| 3 | 3 (13,6%) | 2 (25,0%) | 5 (16,7%) |
| 5 | 7 (31,8%) | 0 | 7 (23,3%) |
| Gesamt | 22 | 8 | 30 |

Die Fraktur ist in 17 Fällen rechts und in 13 Fällen links lokalisiert. Im gesamten Patientenkollektiv sind 16 Frakturen auf der dominanten Seite und 14 auf der nicht dominanten Seite. Auf die Gruppen gesehen sind in der Ruhigstellungsgruppe 12 Frakturen auf der dominanten Seite und 10 auf der nicht dominanten Seite. In der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung sind jeweils vier Frakturen auf der dominanten und auf der nicht dominanten Seite.

5.2 Untersuchungen

5.2.1 Teilnahme an Untersuchungen

Es erschienen nicht alle Patienten zu jeder Nachsorgeuntersuchung. Bei der Untersuchung zum Zeitpunkt des Fadenzugs fehlten 3 Patienten. Zwei Patienten erschienen aus ungenannten Gründen nicht zur Nachsorgeuntersuchung, eine Patientin befand sich in der Rehabilitation. Vier Wochen postoperativ fehlte ein zusätzlicher Patient. Er befand sich in der Anschlussheilbehandlung. Sechs Wochen postoperativ fehlte ein Patient. Er war zu diesem Zeitpunkt in einer Rehabilitationsklinik. Bei dieser Untersuchung zeigten sich bei zwei Patienten Komplikationen (sekundärer Repositionsverlust) der Radiusfraktur. Sie nahmen an den weiteren Untersuchungen nicht teil. Zwei Patienten brachen die Studienteilnahme nach diesem Termin ab. Bei der Untersuchung nach drei Monaten fehlte ein weiterer Patient aus persönlichen Gründen. Bei dieser Untersuchung zeigten sich bei einer Patientin Komplikationen. Sie wurde mit Verdacht auf CRPS aus dem weiteren Studienverlauf ausgeschlossen. Zur letzten Untersuchung erschienen alle verbliebenen Patienten.

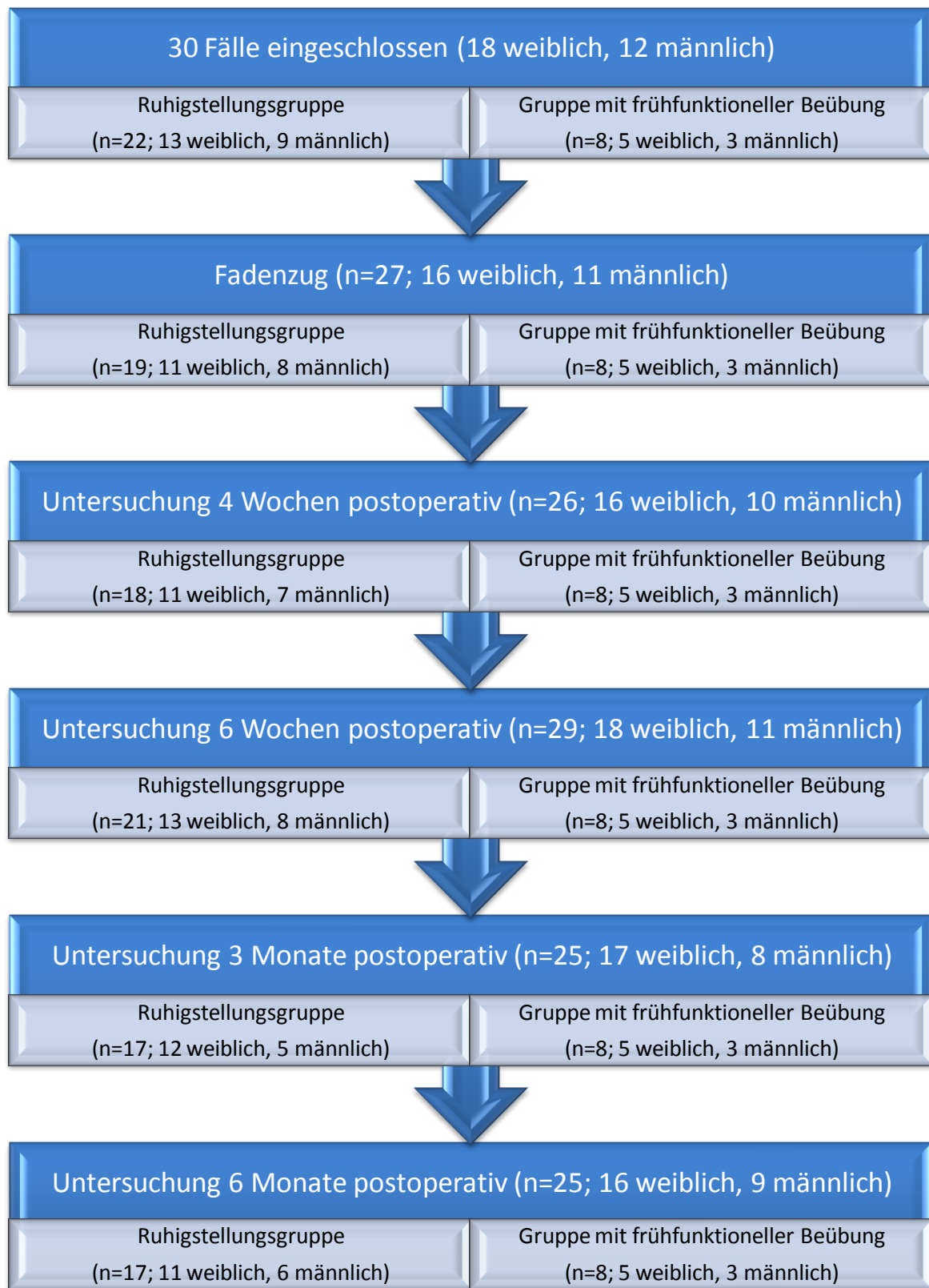


Abbildung 12 Übersicht über Teilnahme an Untersuchungen

5.2.2 Schmerz

In der nachfolgenden Tabelle sind die anhand der visuellen Analog-Schmerzskala (nachfolgend VAS-Skala) bestimmten Werte für die beiden Studiengruppen zu den fünf Untersuchungsterminen dargestellt.

Tabelle 11 Gegenüberstellung von Schmerzparametern

| Untersuchungstermin | Ruhigstellung | Mobilisation |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Fadenzug | Mittelwert = 1,53, Median = 0,50 | Mittelwert = 2,50, Median = 2,75 |
| 4 Wochen | Mittelwert = 1,86, Median = 2,00 | Mittelwert = 2,63, Median = 2,00 |
| 6 Wochen | Mittelwert = 2,55, Median = 2,75 | Mittelwert = 1,00, Median = 0,75 |
| 3 Monate | Mittelwert = 1,26, Median = 0,50 | Mittelwert = 0,75, Median = 0,50 |
| 6 Monate | Mittelwert = 0,97, Median = 0,00 | Mittelwert = 1,44, Median = 0,25 |

Bei den ersten beiden Untersuchungen liegt der Mittelwert der mittels VAS gemessenen Schmerzstärke in der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung höher als in der Ruhigstellungsgruppe. Der Median ist zum Fadenzug höher und nach vier Wochen identisch. Bei der Untersuchung nach sechs Wochen liegt die gemessene Schmerzstärke im Mittel in der Ruhigstellungsgruppe höher. Auch der Median liegt zu diesem Zeitpunkt in der Ruhigstellungsgruppe höher. 3 Monate postoperativ zeigt sich in der Ruhigstellungsgruppe ein leicht erhöhter Mittelwert bei identischem Median. 6 Monate postoperativ liegen Mittelwert und Median in der Ruhigstellungsgruppe niedriger als in der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung. Die Streuung ist bei der Abschlussuntersuchung in der Mobilisierungsgruppe größer als in der Ruhigstellungsgruppe. Diese Entwicklung kann mit Hilfe von Boxplot-Diagrammen dargestellt werden.

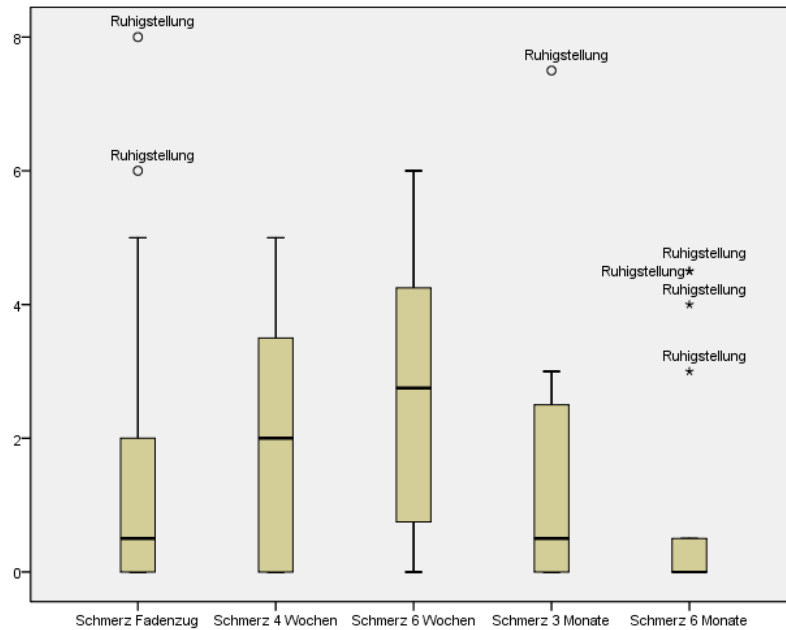


Abbildung 13 Schmerz in der Ruhigstellungsgruppe

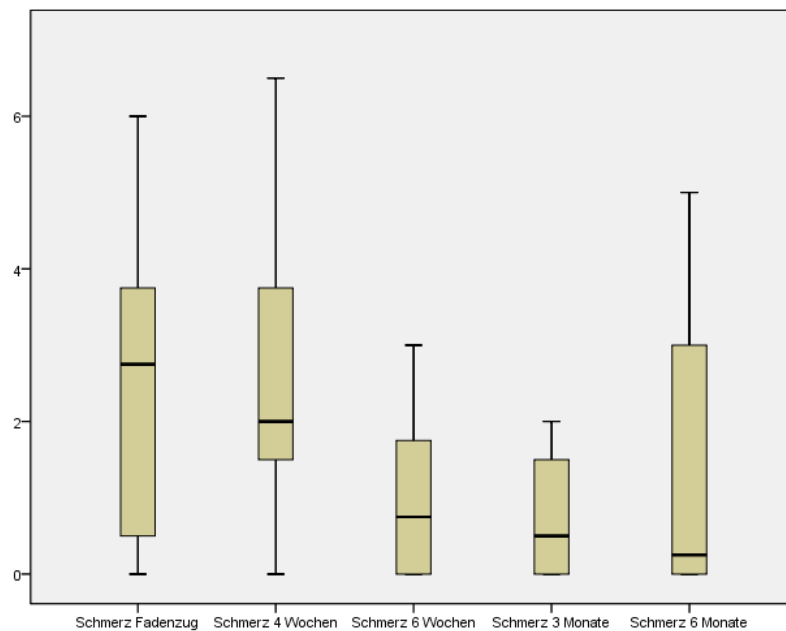


Abbildung 14 Schmerz in der Mobilisierungsgruppe

Der Mann-Whitney-U-Test liefert einen signifikanten Zusammenhang zwischen Schmerzstärke und Gruppenzugehörigkeit für die Untersuchung nach sechs Wochen. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,047. Der höhere mittlere Rang in der Ruhigstellungsgruppe (16,42) im Vergleich zur Mobilisationsgruppe (9,69) impliziert höhere Werte auf der VAS-Skala in der Ruhigstellungsgruppe zum Zeitpunkt der 6-Wochen-Untersuchung. Die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 12: Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Schmerz und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| Schmerz Fadenzug | Ruhigstellung | 19 | 12,68 | 241,00 |
| | Mobilisation | 8 | 17,12 | 137,00 |
| Schmerz 4 Wochen | Ruhigstellung | 18 | 12,75 | 229,50 |
| | Mobilisation | 8 | 15,19 | 121,50 |
| Schmerz 6 Wochen | Ruhigstellung | 20 | 16,42 | 328,50 |
| | Mobilisation | 8 | 9,69 | 77,50 |
| Schmerz 3 Monate | Ruhigstellung | 17 | 13,41 | 228,00 |
| | Mobilisation | 8 | 12,12 | 97,00 |
| Schmerz 6 Monate | Ruhigstellung | 17 | 12,24 | 208,00 |
| | Mobilisation | 8 | 14,62 | 117,00 |

Tabelle 13: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Schmerz und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 51,000 | 58,500 | 41,500 | 61,000 | 55,000 |
| Wilcoxon-W | 241,000 | 229,500 | 77,500 | 97,000 | 208,000 |
| Z | -1,366 | -0,766 | -1,982 | -0,428 | -0,882 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,172 | 0,444 | 0,047 | 0,669 | 0,378 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,198 ^a | 0,461 ^a | 0,049 ^a | 0,711 ^a | 0,475 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Anteil der Schmerzpatienten an den Einzelgruppen.

Tabelle 14 Prozentualer Anteil der Schmerzpatienten an Einzelgruppen

| Untersuchungstermin | Ruhigstellung | Mobilisation |
|---------------------|---------------|--------------|
| Fadenzug | 57,9% | 75% |
| 4 Wochen | 61,1% | 87,5% |
| 6 Wochen | 81,0% | 62,5% |
| 3 Monate | 58,8% | 50,0% |
| 6 Monate | 29,4% | 50,0% |

Als Schmerzpatienten wurden die Patienten definiert, welche unabhängig von den Werten auf der VAS-Skala über Schmerzen klagten. Der Anteil der Schmerzpatienten ist zum Fadenzug, nach vier Wochen und nach sechs Monaten in der Mobilisationsgruppe höher als in der

Ruhigstellungsgruppe. Nach drei Monaten und nach sechs Monaten bleibt der Anteil der Schmerzpatienten in der Mobilisationsgruppe identisch (50%). In der Ruhigstellungsgruppe fällt der Anteil von 58,8% nach drei Monaten auf 29,4% nach sechs Monaten.

Jeder Schmerzpatient wurde gefragt, in welcher Situation er an Schmerzen leide. Zur Wahl standen Ruhe-, Bewegungs-, Belastungs- und Dauerschmerz. Nach vier Wochen wurde mit 55,6% die Bewegung als häufigster Erstauslöser von Schmerz angegeben. Auch in den Einzelgruppen war die Bewegung mit 54,5% in der Ruhigstellungsgruppe und 57,1 % in der Mobilisierungsgruppe der häufigste Erstauslöser. Nach sechs Wochen war die Bewegung mit 68,2% der am häufigsten genannte Grund für Schmerzen. Dies trifft auch auf die Einzelgruppen zu (58,8% in der Ruhigstellungsgruppe, 100% in der Mobilisierungsgruppe). Bei der Untersuchung nach drei Monaten wurde mit 42,9% am häufigsten Belastung als Schmerzsache angegeben. Diese war auch in der Ruhigstellungsgruppe mit 50,0% der häufigste Erstauslöser. In der Mobilisierungsgruppe war mit 75% die Bewegung der häufigste Auslöser. Bei der Abschlussuntersuchung war die Belastung der am häufigsten genannte Erstauslöser (66,7% in der Gesamtgruppe, 60% in der Ruhigstellungsgruppe, 75% in der Mobilisationsgruppe).

Tabelle 15 Übersicht der Schmerzauslöser in den Einzelgruppen (Prozent der Schmerzpatienten in den Gruppen)

| | | Ruhigstellung | Frühfunktionelle Beübung | Gesamt |
|-----------------|--------------|----------------------|---------------------------------|---------------|
| 4 Wochen | Ruhe | 1 (9,1%) | 2 (28,6%) | 3 (16,7%) |
| | Bewegung | 6 (57,1%) | 4 (54,5%) | 10 (55,6%) |
| | Belastung | 3 (27,3%) | 1 (14,3%) | 4 (22,2%) |
| | Dauerschmerz | 1 (9,1%) | 0 | 1 (5,6%) |
| 6 Wochen | Ruhe | 1 (5,9%) | 0 | 1 (4,5%) |
| | Bewegung | 10 (58,8%) | 5 (100%) | 15 (68,2%) |
| | Belastung | 5 (29,4%) | 0 | 5 (22,7%) |
| | Dauerschmerz | 1 (5,9%) | 0 | 1 (4,5%) |
| 3 Monate | Ruhe | 1 (10%) | 0 | 1 (7,1%) |
| | Bewegung | 2 (20%) | 3 (75%) | 5 (35,7%) |
| | Belastung | 5 (50%) | 1 (25%) | 6 (42,9%) |
| | Dauerschmerz | 2 (20%) | 0 | 2 (14,3%) |
| 6 Monate | Ruhe | 0 | 0 | 0 |
| | Bewegung | 2 (40%) | 0 | 2 (22,2%) |
| | Belastung | 3 (60%) | 3 (75%) | 6 (66,7%) |
| | Dauerschmerz | 0 | 1 (25%) | 1 (11,1%) |

5.2.3 Fingerfunktion

Zur Beurteilung der Fingerfunktion dienen Faustschluss, Fingerkuppenhohlhandfaltenabstand, Fingerstreckdefizit, Kommissurenöffnungswinkel, Handspanne und Opposition.

Als erstes werden die Ergebnisse zum Faustschluss dargestellt. Unabhängig vom Ausmaß des Fingerkuppenhohlhandfaltenabstands (nachfolgend FKHHF-Abstand) wurde die Fähigkeit zum vollen Faustschluss dokumentiert.

Zum Fadenzug konnten 31,6% der Patienten der Ruhigstellungsgruppe und 37,5% der Patienten mit frühfunktioneller Beübung die Faust voll schließen. Nach vier Wochen war 33,3% der Ruhigstellungsgruppe und 87,5% der Mobilisierungsgruppe ein voller Faustschluss möglich. Bei der nächsten Untersuchung (6 Wochen) konnten 52,4% der Ruhigstellungsgruppe und 62,5% der Mobilisierungsgruppe die Faust voll schließen. Nach drei Monaten waren nur 17,6% der Ruhigstellungsgruppe nicht in der Lage, die Faust voll zu schließen. Alle weiteren Patienten zeigten einen vollen Faustschluss. Bei der Abschlussuntersuchung waren wie in der Untersuchung nach drei Monaten 82,4% der Ruhigstellungsgruppe und 100% der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung zum vollen Faustschluss fähig. Eine Berechnung von Phi Koeffizient, Cramers V. und Kontingenzkoeffizient zu allen fünf Untersuchungen zeigt schwache Zusammenhänge zwischen Gruppenzugehörigkeit und Faustschluss zum Zeitpunkt des Fadenzugs, nach sechs Wochen, nach drei Monaten und nach sechs Monaten. Im Chi-Quadrat-Test nach Pearson kann kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden. Bei der Untersuchung nach vier Wochen liegen Phi Koeffizient, Cramers V. und der Kontingenzkoeffizient jeweils bei ca. 0,50. Im Chi-Quadrat-Test nach Pearson zeigt sich eine näherungsweise Signifikanz von 0,011 für einen Zusammenhang zwischen Faustschluss und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 16 Zusammenhangsmaße für Faustschluss und Gruppenzugehörigkeit nach 4 Wochen

| | Wert | Näherungsweise Signifikanz |
|------------------------------|--------|----------------------------|
| Phi | -0,500 | 0,011 |
| Cramer-V | 0,500 | 0,011 |
| Kontingenzkoeffizient | 0,447 | 0,011 |

Der FKHHF-Abstand wurde für alle Langfinger bestimmt. Die Messungen zeigen im Mann-Whitney-U-Test in den meisten Untersuchungen keinen Zusammenhang zwischen Abstand und Gruppenzugehörigkeit, mit Ausnahme des Zeigefingers nach 4 Wochen. Bei dieser Untersuchung zeigt sich ein Zusammenhang zwischen FKHHF-Abstand des Fingers und Gruppenzugehörigkeit mit einer zweiseitigen Signifikanz von 0,046. Der mittlere Rang der früh-

funktionellen Gruppe ist kleiner (9,4) als in der Ruhigstellungsgruppe (15,3). Kleinere Rangziffern stehen für einen geringeren FKHHF-Abstand.

Unabhängig vom Ausmaß des Streckdefizits wurde auf eine volle Streckung in den MCP-Gelenken aller Langfinger untersucht. Diese war zum Fadenzug 84,2% der Ruhigstellungsgruppe und 75,0% der Mobilisierungsgruppe möglich. Nach vier Wochen konnten 77,8% der immobilisierten Patienten und 87,5 % der frühfunktionellen Patienten alle Langfinger voll strecken. Nach sechs Wochen konnte in beiden Gruppen jeweils ein Patient nicht alle Langfinger voll strecken (4,8% in der Ruhigstellungsgruppe, 12,5% in der Mobilisierungsgruppe). Bei der Untersuchung nach drei Monaten war ein Patient (5,9%) der Ruhigstellungsgruppe nicht zu einer vollen Streckung der Langfinger fähig. Bei der Abschlussuntersuchung zeigte sich das gleiche Ergebnis wie nach drei Monaten. Eine Berechnung von Phi-Koeffizient, Cramers V und Kontingenzkoeffizient zeigt keinen Zusammenhang zwischen Streckdefizit und Gruppenzugehörigkeit. Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson zeigt ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge.

Der Mann-Whitney-U-Test ergibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Streckdefizit der einzelnen Langfinger und der Gruppenzugehörigkeit.

Der Kommissurenöffnungswinkel in der Handebene liefert die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Werte. Der Mann-Whitney-U-Test zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Kommissurenöffnungswinkel in der Handebene und der Gruppenzugehörigkeit. In beiden Gruppen nehmen die Mittelwerte und Medianwerte des Kommissurenöffnungswinkels in der Handebene im Verlauf der Untersuchungen zu.

Tabelle 17 Mittelwert und Median des Kommissurenöffnungswinkels in der Handebene

| Untersuchungstermin | Ruhigstellung | Frühfunktionelle Beübung |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Fadenzug | Mittelwert = 44°, Median = 45° | Mittelwert = 44°, Median = 43° |
| 4 Wochen | Mittelwert = 50°, Median = 50° | Mittelwert = 56°, Median = 53° |
| 6 Wochen | Mittelwert = 54°, Median = 55° | Mittelwert = 60°, Median = 58° |
| 3 Monate | Mittelwert = 57°, Median = 60° | Mittelwert = 62°, Median = 65° |
| 6 Monate | Mittelwert = 62°, Median = 60° | Mittelwert = 64°, Median = 63° |

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse zum Kommissurenöffnungswinkel in der 90°-Ebene. Im Mann-Whitney-U-Test können keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Kommissurenöffnungswinkel und Gruppenzugehörigkeit gefunden werden. Auch hier nehmen die Mittelwerte und die Mediane im Verlauf der Untersuchungen in beiden Gruppen zu.

Tabelle 18 Mittelwert und Median des Komissurenöffnungswinkels in der 90°-Ebene

| Untersuchungstermin | Ruhigstellung | Frühfunktionelle Beübung |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Fadenzug | Mittelwert = 47°, Median = 48° | Mittelwert = 54°, Median = 50° |
| 4 Wochen | Mittelwert = 51°, Median = 50° | Mittelwert = 54°, Median = 53° |
| 6 Wochen | Mittelwert = 53°, Median = 50° | Mittelwert = 58°, Median = 60° |
| 3 Monate | Mittelwert = 58°, Median = 55° | Mittelwert = 64°, Median = 63° |
| 6 Monate | Mittelwert = 61°, Median = 60° | Mittelwert = 63°, Median = 63° |

Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Variable „Handspanne“ dargestellt. Im Mann-Whitney-U-Test zeigt sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit und Handspanne bei den Untersuchungen nach vier Wochen, nach sechs Wochen, nach drei Monaten und nach sechs Monaten. In der frühfunktionellen Gruppe sind die Ränge größer. Dies weist auf eine größere Handspanne in dieser Gruppe hin.

Tabelle 19 Mittelwert und Median der Handspanne (in cm)

| Untersuchungstermin | Ruhigstellung | Frühfunktionelle Beübung |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| Fadenzug | Mittelwert = 17, Median = 18 | Mittelwert = 18, Median = 18 |
| 4 Wochen | Mittelwert = 17, Median = 17 | Mittelwert = 20, Median = 20 |
| 6 Wochen | Mittelwert = 18, Median = 18 | Mittelwert = 21, Median = 21 |
| 3 Monate | Mittelwert = 19, Median = 19 | Mittelwert = 21, Median = 21 |
| 6 Monate | Mittelwert = 19, Median = 20 | Mittelwert = 21, Median = 21 |

Tabelle 20 Ränge im Mann-Whitney-U-Test für Handspanne und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------------------|--------------------------|----|----------------|-----------|
| FZHandspanne | Ruhigstellungsgruppe | 19 | 13,55 | 257,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 15,06 | 120,50 |
| Handspanne4Wo | Ruhigstellungsgruppe | 18 | 10,58 | 190,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 20,06 | 160,50 |
| Handspanne6Wo | Ruhigstellungsgruppe | 21 | 12,43 | 261,00 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 21,75 | 174,00 |
| Handspanne3Mo | Ruhigstellungsgruppe | 17 | 10,62 | 180,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 18,06 | 144,50 |
| Handspanne6Mo | Ruhigstellungsgruppe | 17 | 10,82 | 184,00 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 17,62 | 141,00 |

Tabelle 21 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Handspanne und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 67,500 | 19,500 | 30,000 | 27,500 | 31,000 |
| Wilcoxon-W | 257,500 | 190,500 | 261,000 | 180,500 | 184,000 |
| Z | -0,454 | -2,930 | -2,652 | -2,372 | -2,177 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,650 | 0,003 | 0,008 | 0,018 | 0,029 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,658 ^a | 0,002 ^a | 0,007 ^a | 0,016 ^a | 0,031 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Als letzte Variable zur Beurteilung der Fingerfunktion steht die Opposition zur Verfügung. Gemessen mithilfe des Kapandji-Scores für Opposition hat diese Variable Ordinalskalenniveau. Die Ergebnisse werden in den beiden nachfolgenden Tabellen dargestellt. Im Mann-Whitney-U-Test zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Opposition und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 22 Maßzahlen der Opposition in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Median | 7,29 ^a | 8,10 ^a | 8,71 ^a | 9,20 ^a | 9,27 ^a |
| Minimum | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 |
| Maximum | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

a. Aus gruppierten Daten berechnet

Tabelle 23 Maßzahlen der Opposition in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Median | 7,50 ^a | 8,50 ^a | 8,83 ^a | 9,43 ^a | 9,50 ^a |
| Minimum | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 |
| Maximum | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 |

a. Aus gruppierten Daten berechnet

5.2.4 Handgelenksbeweglichkeit

Für die Beurteilung der Handgelenksbeweglichkeit stehen die Einzelwerte für Extension, Flexion, Radialabduktion, Ulnarabduktion, Pronation und Supination zur Verfügung. Aus diesen lässt sich der Range of Motion (nachfolgend ROM) in den drei Bewegungsachsen berechnen. Dieser dient ebenfalls als Variable zur Beurteilung der Handgelenksbeweglichkeit. Der erreichte Prozentsatz der Beweglichkeit der Gegenseite ist eine weitere zu untersuchende Variable.

Die wichtigsten Parameter für die Extension werden für beide Gruppen separat in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Der zeitliche Verlauf wird graphisch in dem nachfolgenden Boxplot-Diagramm dargestellt. In beiden Gruppen werden im zeitlichen Verlauf größere durchschnittliche Werte der Extension erreicht. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Extension und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 24 Maßzahlen der Extension in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Mittelwert | 18,95 | 24,44 | 36,19 | 51,47 | 56,76 |
| Median | 20,00 | 25,00 | 40,00 | 50,00 | 55,00 |
| Minimum | 0 | 0 | 0 | 20 | 30 |
| Maximum | 35 | 40 | 60 | 80 | 80 |

Tabelle 25 Maßzahlen der Extension in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|-------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Mittelwert | 18,75 | 31,88 | 46,25 | 63,12 | 66,25 |
| Median | 17,50 | 27,50 | 50,00 | 67,50 | 65,00 |
| Minimum | 0 | 10 | 10 | 40 | 50 |
| Maximum | 30 | 60 | 80 | 80 | 85 |

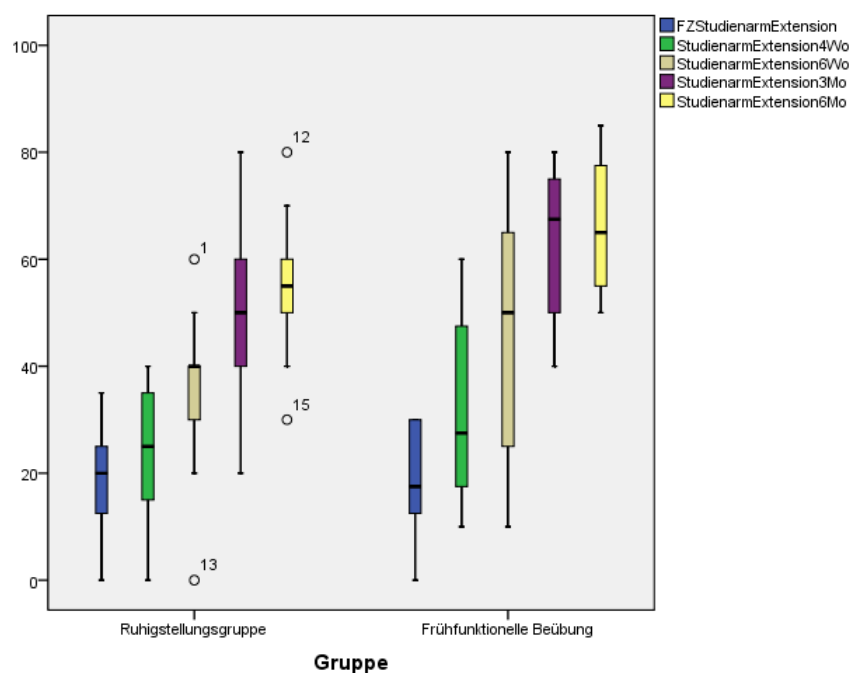


Abbildung 15 Diagramm zum zeitlichen Verlauf der Extension in beiden Gruppen

Die Ergebnisse der Flexion werden ebenfalls für beide Gruppen separat in Tabellen angegeben und der zeitliche Verlauf in einem Boxplot-Diagramm dargestellt.

Tabelle 26 Maßzahlen der Flexion in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 21,32 | 25,83 | 37,62 | 50,59 | 54,12 |
| Median | 20,00 | 25,00 | 30,00 | 55,00 | 55,00 |
| Standardabweichung | 10,12 | 10,47 | 13,75 | 13,22 | 14,17 |
| Minimum | 5 | 5 | 20 | 25 | 25 |
| Maximum | 40 | 50 | 70 | 70 | 80 |

Tabelle 27 Maßzahlen der Flexion in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 28,75 | 38,12 | 42,50 | 56,25 | 61,25 |
| Median | 32,50 | 42,50 | 42,50 | 55,00 | 65,00 |
| Standardabweichung | 12,17 | 13,87 | 11,34 | 10,94 | 10,26 |
| Minimum | 10 | 10 | 20 | 45 | 45 |
| Maximum | 40 | 50 | 60 | 75 | 75 |

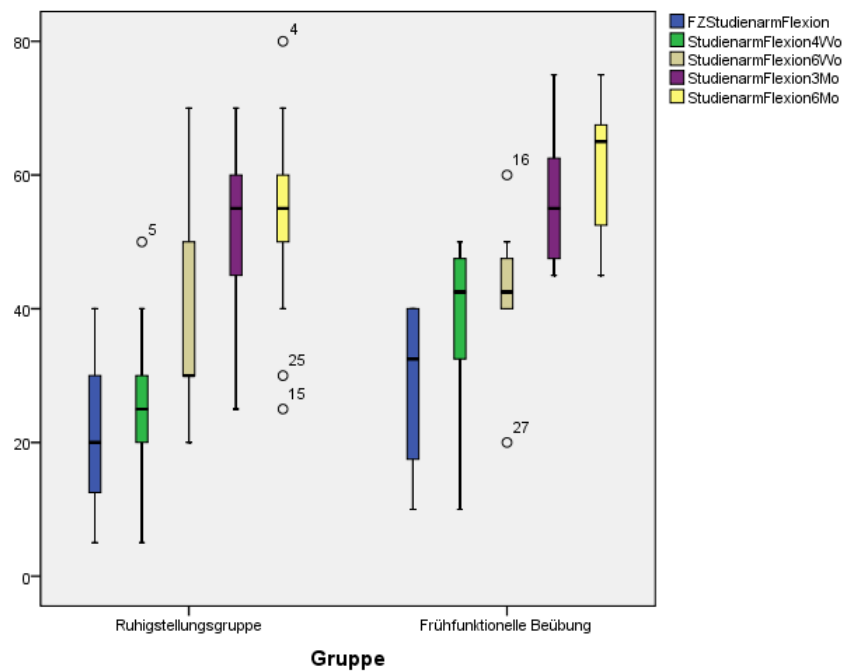


Abbildung 16 Zeitlicher Verlauf der Flexion in beiden Gruppen

Der Mann-Whitney-U-Test ergibt einen signifikanten Zusammenhang der Flexion nach vier Wochen und der Gruppenzugehörigkeit. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,027. Der mittlere Rang ist in der frühfunktionellen Gruppe mit 18,44 größer als in der Ruhigstellungsgruppe (11,31). Dies impliziert eine größere Beugefähigkeit des Handgelenks in der Mobilisierungsgruppe nach vier Wochen.

Tabelle 28 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Flexion und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------------|--------------------------|----|----------------|-----------|
| FZStudienarmFlexion | Ruhigstellungsgruppe | 19 | 12,47 | 237,00 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 17,62 | 141,00 |
| StudienarmFlexion4Wo | Ruhigstellungsgruppe | 18 | 11,31 | 203,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 18,44 | 147,50 |
| StudienarmFlexion6Wo | Ruhigstellungsgruppe | 21 | 14,07 | 295,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 17,44 | 139,50 |
| StudienarmFlexion3Mo | Ruhigstellungsgruppe | 17 | 12,56 | 213,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 13,94 | 111,50 |
| StudienarmFlexion6Mo | Ruhigstellungsgruppe | 17 | 11,74 | 199,50 |
| | Frühfunktionelle Beübung | 8 | 15,69 | 125,50 |

Tabelle 29 Statistik zum Mann-Whitney-U-Test für Flexion und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 47,000 | 32,500 | 64,500 | 60,500 | 46,500 |
| Wilcoxon-W | 237,000 | 203,500 | 295,500 | 213,500 | 199,500 |
| Z | -1,556 | -2,215 | -0,964 | -0,443 | -1,264 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,120 | 0,027 | 0,335 | 0,657 | 0,206 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,132 ^a | 0,026 ^a | 0,349 ^a | 0,669 ^a | 0,215 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Nachfolgend wird der zeitliche Verlauf des ROM für Extension und Flexion für beide Gruppen dargestellt. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt keine signifikanten Zusammenhänge für den Bewegungsumfang in Extension/Flexion.

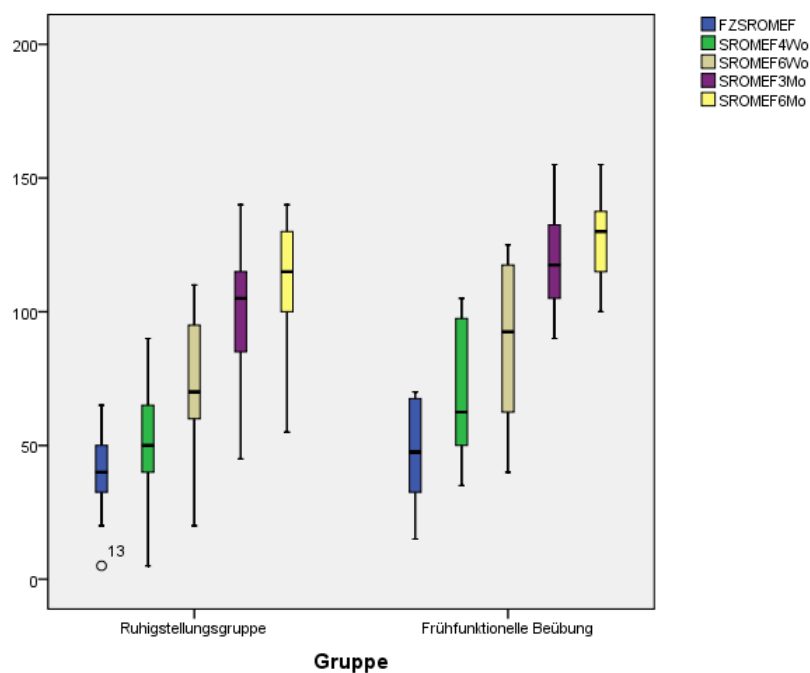


Abbildung 17 Zeitlicher Verlauf des ROM E/F in beiden Gruppen

Die wichtigsten Maßzahlen der Radialabduktion sind für beide Gruppen in separaten Tabellen aufgeführt. Der zeitliche Verlauf kann dem Boxplot-Diagramm zur Radialabduktion entnommen werden. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen Radialabduktion und Gruppenzugehörigkeit bei der Abschlussuntersuchung nach 6 Monaten. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,035. Der mittlere Rang ist in der frühfunktionellen

Gruppe größer als in der Ruhigstellungsgruppe. Das impliziert ein größeres Ausmaß der Radialabduktion in der Mobilisierungsgruppe zu diesem Zeitpunkt.

Tabelle 30 Maßzahlen der Radialabduktion in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 11,05 | 12,78 | 15,00 | 18,24 | 19,71 |
| Median | 10,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 20,00 |
| Standardabweichung | 4,59 | 6,91 | 8,06 | 6,11 | 6,49 |
| Minimum | 5 | 0 | 0 | 10 | 5 |
| Maximum | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 |

Tabelle 31 Maßzahlen der Radialabduktion in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 11,88 | 15,00 | 20,00 | 21,25 | 23,75 |
| Median | 10,00 | 15,00 | 20,00 | 20,00 | 25,00 |
| Standardabweichung | 5,94 | 8,45 | 8,02 | 6,41 | 3,54 |
| Minimum | 5 | 0 | 10 | 15 | 20 |
| Maximum | 20 | 25 | 30 | 30 | 30 |

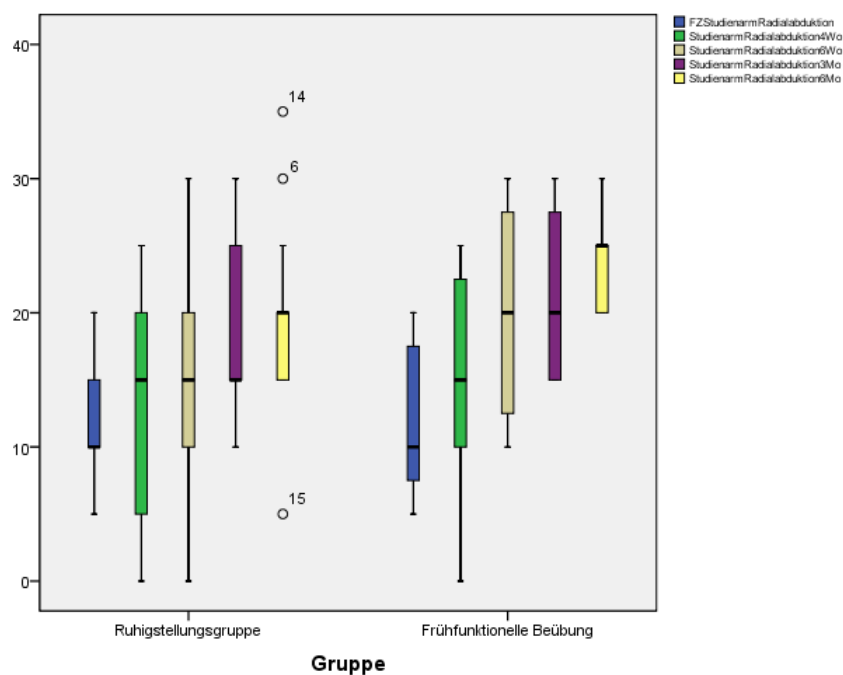


Abbildung 18 Zeitlicher Verlauf der Radialabduktion in beiden Gruppen

Tabelle 32 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Radialabduktion und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-------------------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| FZStudienarmRadialabduktion | Ruhigstellung | 19 | 13,76 | 261,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 14,56 | 116,50 |
| StudienarmRadialabduktion4Wo | Ruhigstellung | 18 | 12,81 | 230,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 15,06 | 120,50 |
| StudienarmRadialabduktion6Wo | Ruhigstellung | 21 | 13,64 | 286,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 18,56 | 148,50 |
| StudienarmRadialabduktion3Mo | Ruhigstellung | 17 | 11,94 | 203,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 15,25 | 122,00 |
| StudienarmRadialabduktion6Mo | Ruhigstellung | 17 | 11,00 | 187,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 17,25 | 138,00 |

Tabelle 33 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Radialabduktion und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 71,500 | 59,500 | 55,500 | 50,000 | 34,000 |
| Wilcoxon-W | 261,500 | 230,500 | 286,500 | 203,000 | 187,000 |
| Z | -0,253 | -0,708 | -1,422 | -1,084 | -2,114 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,800 | 0,479 | 0,155 | 0,278 | 0,035 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,815 ^a | 0,495 ^a | 0,168 ^a | 0,315 ^a | 0,049 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Die Maßzahlen der Ulnarabduktion können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden. Der zeitliche Verlauf ist graphisch in einem Boxplot-Diagramm dargestellt. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Ulnarabduktion und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 34 Maßzahlen der Ulnarabduktion in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 16,05 | 15,00 | 20,24 | 24,41 | 26,47 |
| Median | 15,00 | 15,00 | 20,00 | 25,00 | 25,00 |
| Standardabweichung | 6,14 | 5,69 | 8,29 | 9,33 | 8,97 |
| Minimum | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 |
| Maximum | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 |

Tabelle 35 Maßzahlen der Ulnarabduktion in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 17,50 | 22,50 | 24,38 | 31,25 | 30,62 |
| Median | 17,50 | 22,50 | 25,00 | 32,50 | 30,00 |
| Standardabweichung | 8,02 | 7,56 | 7,76 | 6,41 | 4,96 |
| Minimum | 5 | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Maximum | 30 | 30 | 35 | 40 | 35 |

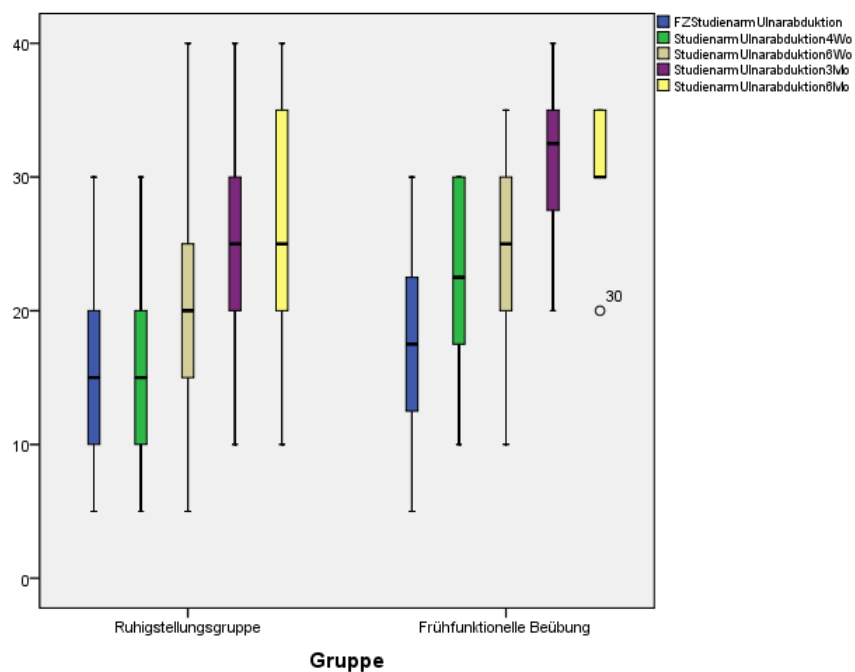


Abbildung 19 Zeitlicher Verlauf der Ulnarabduktion in beiden Gruppen

Der zeitliche Verlauf des ROM für Radialabduktion und Ulnarabduktion ist in nachfolgendem Boxplot-Diagramm dargestellt. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Bewegungsumfang Radialabduktion/Ulnarabduktion und der Gruppenzugehörigkeit.

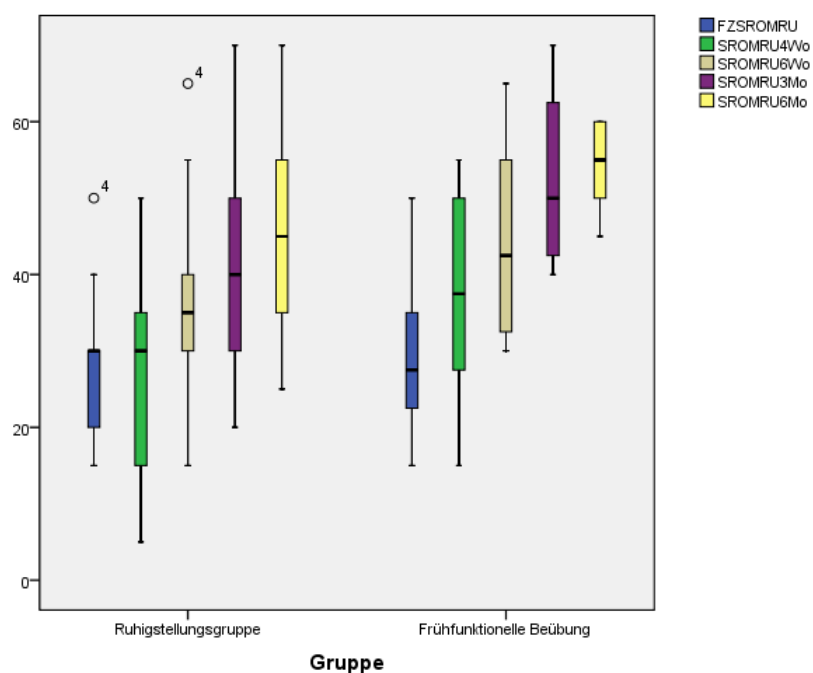


Abbildung 20 Zeitlicher Verlauf des ROM R/U in beiden Gruppen

Die Maßzahlen der Pronation werden für beide Gruppen in separaten Tabellen dargestellt. Der zeitliche Verlauf wird in einem Boxplot-Diagramm festgehalten. Im Mann-Whitney-U-Test finden sich keine signifikanten Zusammenhänge für Pronation und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 36 Maßzahlen der Pronation in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 69,74 | 68,33 | 74,76 | 82,65 | 85,29 |
| Median | 75,00 | 72,50 | 80,00 | 85,00 | 85,00 |
| Standardabweichung | 17,20 | 21,83 | 14,27 | 9,21 | 5,15 |
| Minimum | 30 | 20 | 30 | 60 | 75 |
| Maximum | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |

Tabelle 37 Maßzahlen der Pronation in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 72,50 | 76,25 | 73,12 | 81,25 | 86,25 |
| Median | 85,00 | 85,00 | 90,00 | 90,00 | 87,50 |
| Standardabweichung | 22,68 | 18,47 | 29,87 | 12,46 | 4,43 |
| Minimum | 35 | 40 | 5 | 60 | 80 |
| Maximum | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |

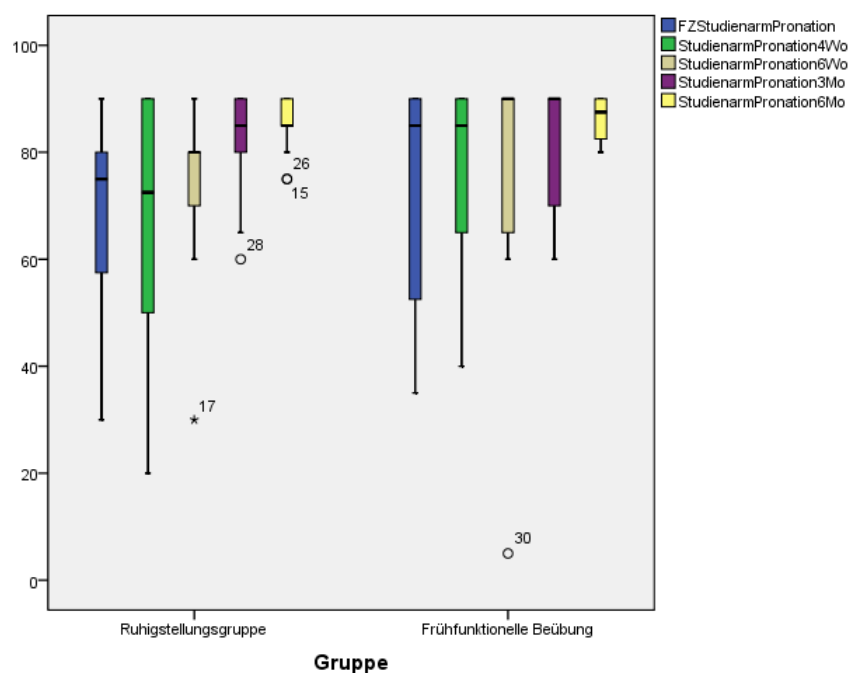


Abbildung 21 Zeitlicher Verlauf der Pronation in beiden Gruppen

Die Maßzahlen für die Supination können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden. Der zeitliche Verlauf ist in dem Boxplot-Diagramm dargestellt. Im Mann-Whitney-U-Test zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Supination und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 38 Maßzahlen der Supination in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 48,42 | 51,11 | 58,81 | 79,41 | 81,18 |
| Median | 55,00 | 50,00 | 60,00 | 85,00 | 85,00 |
| Standardabweichung | 27,19 | 28,16 | 23,55 | 13,33 | 10,97 |
| Minimum | -20 | -10 | 10 | 50 | 60 |
| Maximum | 85 | 90 | 85 | 90 | 90 |

Tabelle 39 Maßzahlen der Supination in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mittelwert | 40,00 | 50,00 | 56,88 | 77,50 | 87,50 |
| Median | 37,50 | 50,00 | 62,50 | 82,50 | 90,00 |
| Standardabweichung | 34,94 | 31,96 | 29,87 | 12,25 | 3,78 |
| Minimum | 0 | 5 | 15 | 60 | 80 |
| Maximum | 90 | 90 | 85 | 90 | 90 |

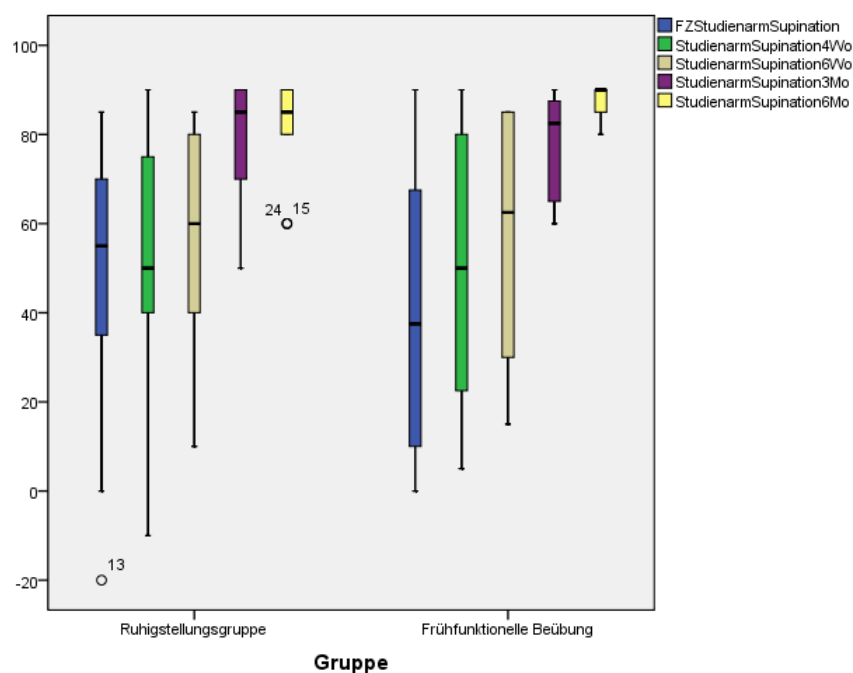


Abbildung 22 Zeitlicher Verlauf der Supination in beiden Gruppen

Der zeitliche Verlauf des ROM Pronation/Supination kann dem Boxplot-Diagramm entnommen werden. Der Mann-Whitney-U-Test liefert keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Ausmaß des ROM Pronation/Supination und der Gruppenzugehörigkeit.

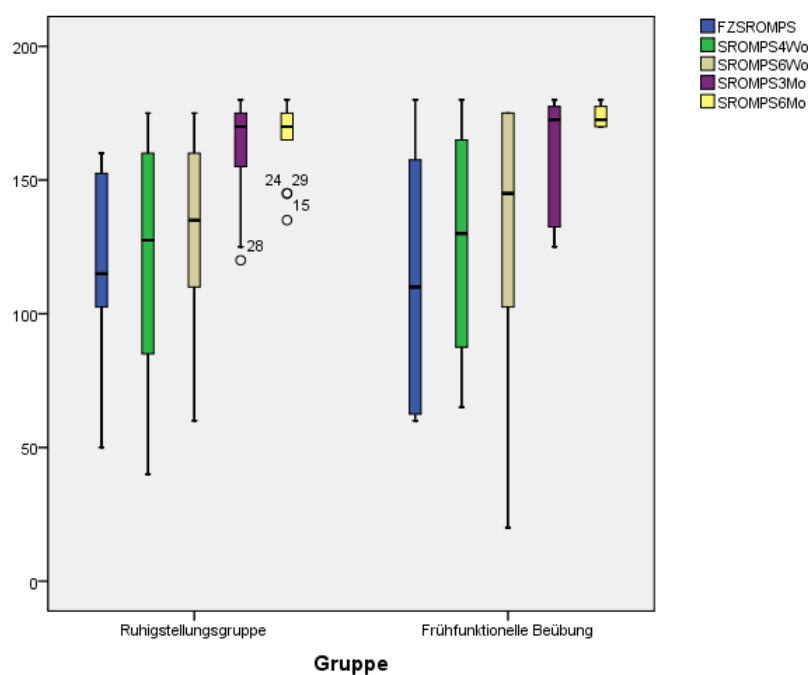


Abbildung 23 Zeitlicher Verlauf des ROM P/S in beiden Gruppen

Abschließend werden die Ergebnisse zum Vergleich der Bewegungsumfänge beider Handgelenke in allen drei Bewegungsachsen dargestellt. Dieser Vergleich konnte in drei Fällen nicht durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich zum einen um die unter 5.1 erwähnte Patientin mit beidseitiger Radiusfraktur. Zum anderen wurde ein weiterer Patient mit beidseitiger Radiusfraktur eingeschlossen, bei welchem nur ein Handgelenk im Rahmen der Studie nachuntersucht wurde. Bei einer weiteren Patientin konnte bei der Abschlussuntersuchung kein Vergleich der Handgelenke durchgeführt werden, da sie auf der Gegenseite frisch operiert war.

Für Extension/Flexion liefert der Quotient ROM Studienarm / ROM Kontrollarm die in den nachfolgenden Tabellen zusammengefassten Ergebnisse. Der durchschnittlich erreichte Anteil an der Beweglichkeit der Gegenseite nimmt in beiden Gruppen im Verlauf der Untersuchungen zu. Die graphische Darstellung kann für beide Gruppen dem Boxplot-Diagramm entnommen werden. Im Mann-Whitney-U-Test findet sich kein signifikanter Zusammenhang für den Anteil an der Beweglichkeit der Gegenseite und die Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 40 Maßzahlen zum Quotient ROM (E/F) Studienarm / ROM (E/F) Kontrollarm für die Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Mittelwert | 0,33 | 0,37 | 0,63 | 0,82 | 0,90 |
| Median | 0,32 | 0,40 | 0,60 | 0,81 | 0,87 |
| Standardabweichung | 0,22 | 0,17 | 0,24 | 0,18 | 0,11 |
| Minimum | 0,04 | 0,04 | 0,14 | 0,46 | 0,77 |
| Maximum | 1,00 | 0,64 | 1,09 | 1,08 | 1,18 |

Tabelle 41 Maßzahlen zum Quotient ROM (E/F) Studienarm / ROM (E/F) Kontrollarm in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,37 | 0,56 | 0,67 | 0,92 | 0,93 |
| Median | 0,37 | 0,49 | 0,61 | 0,85 | 0,95 |
| Standardabweichung | 0,18 | 0,28 | 0,26 | 0,20 | 0,07 |
| Minimum | 0,14 | 0,26 | 0,36 | 0,72 | 0,84 |
| Maximum | 0,70 | 1,05 | 1,14 | 1,33 | 1,04 |

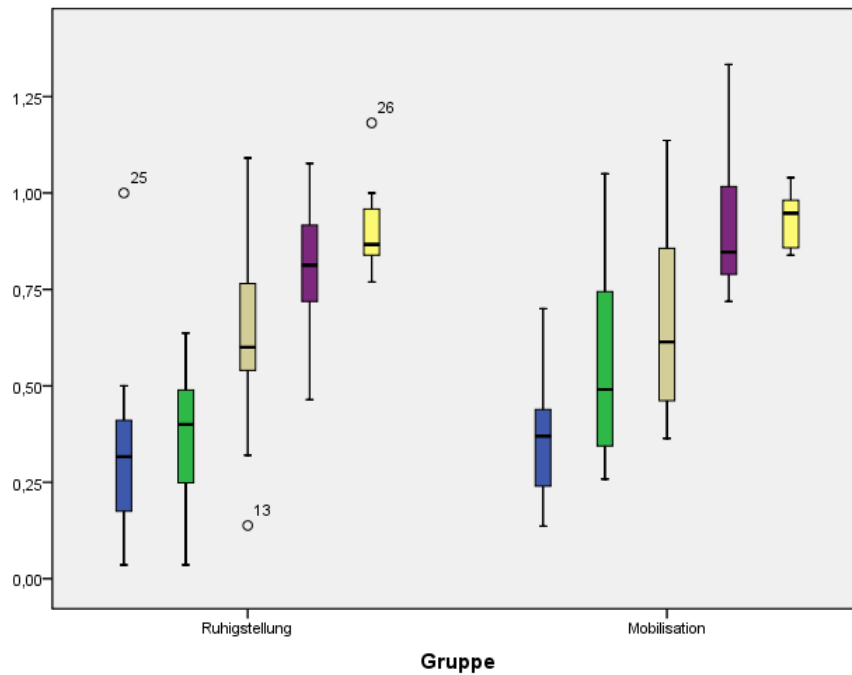


Abbildung 24 Zeitlicher Verlauf der Beweglichkeit im Vergleich zur Gegenseite in E/F (blau=Fadenzug, grün=4Wo, grau=6Wo, violett=3Mo, gelb=6 Mo)

Für den ROM in Radial-/Ulnarabduktion werden die Daten der Beweglichkeit im Vergleich zur Gegenseite in den folgenden Tabellen zusammengefasst. Auch hier zeigt sich in beiden Gruppen eine Zunahme der durchschnittlich erreichten Werte. Im Mann-Whitney-U-Test findet sich bei der Abschlussuntersuchung ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Beweglichkeit im Vergleich zur Gegenseite und der Gruppenzugehörigkeit. Die asymptotische Signifikanz liegt bei 0,042. Der mittlere Rang ist zu diesem Zeitpunkt in der Mobilisierungsgruppe größer als in der Ruhigstellungsgruppe. Dies impliziert einen größeren Anteil der Beweglichkeit des Studienarms an der Beweglichkeit des Kontrollarms in der Mobilisierungsgruppe.

Tabelle 42 Maßzahlen zum Quotient ROM (R/U) Studienarm / ROM (R/U) Kontrollarm in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|------|----------|----------|----------|----------|
| Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Mittelwert | 0,46 | 0,50 | 0,63 | 0,81 | 0,83 |
| Median | 0,38 | 0,55 | 0,67 | 0,82 | 0,82 |
| Standardabweichung | 0,17 | 0,21 | 0,23 | 0,16 | 0,13 |
| Minimum | 0,23 | 0,08 | 0,23 | 0,55 | 0,64 |
| Maximum | 0,86 | 0,78 | 1,12 | 1,00 | 1,00 |

Tabelle 43 Maßzahlen zum Quotient ROM (R/U) Studienarm / ROM (R/U) Kontrollarm in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|------|----------|----------|----------|----------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,51 | 0,66 | 0,78 | 0,90 | 0,98 |
| Median | 0,46 | 0,61 | 0,78 | 0,92 | 0,92 |
| Standardabweichung | 0,25 | 0,26 | 0,17 | 0,15 | 0,13 |
| Minimum | 0,23 | 0,30 | 0,55 | 0,67 | 0,90 |
| Maximum | 1,00 | 1,10 | 1,08 | 1,11 | 1,20 |

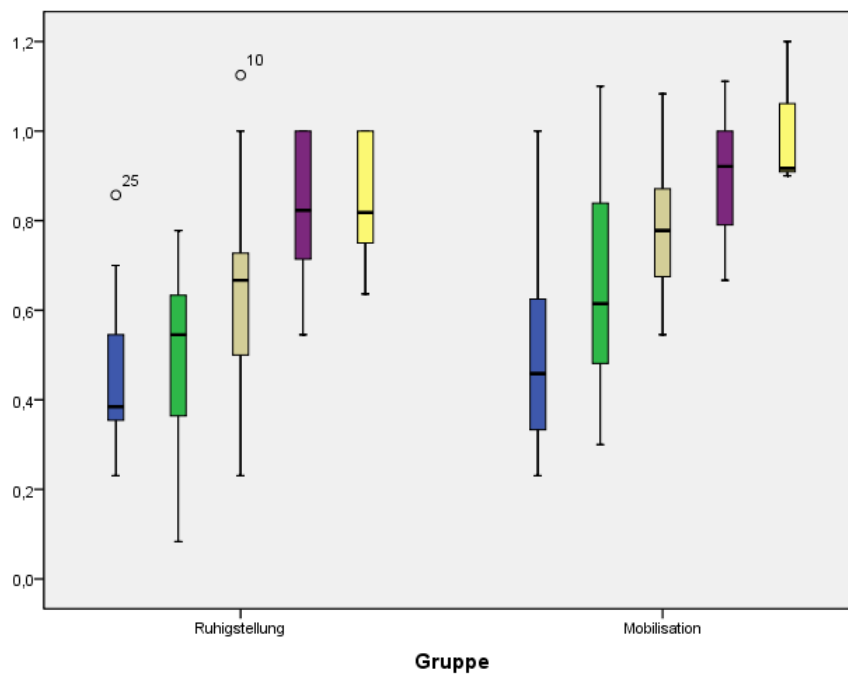


Abbildung 25 zeitlicher Verlauf des Vergleichs der Beweglichkeit zur Gegenseite in Radial-/Ulnarabduktion für beide Gruppen (blau=FZ, grün=4Wochen, grau=6Wochen, violett=3Monate, gelb=6Monate)

Tabelle 44 Ränge des Mann-Whitney-U-Test für den Quotient ROM Studienarm/ ROM Kontrollarm in Radial-/Ulnarabduktion und die Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--|---------------|----|----------------|-----------|
| ROM R/U Vergleich Gegenseite FZ | Ruhigstellung | 16 | 12,22 | 195,50 |
| | Mobilisation | 8 | 13,06 | 104,50 |
| ROM R/U Vergleich Gegenseite 4 Wo | Ruhigstellung | 15 | 10,87 | 163,00 |
| | Mobilisation | 8 | 14,12 | 113,00 |
| ROM R/U Vergleich Gegenseite 6 Wo | Ruhigstellung | 19 | 12,08 | 229,50 |
| | Mobilisation | 8 | 18,56 | 148,50 |
| ROM R/U Vergleich Gegenseite 3 Mo | Ruhigstellung | 14 | 10,43 | 146,00 |
| | Mobilisation | 8 | 13,38 | 107,00 |
| ROM R/U Vergleich Gegenseite 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 8,85 | 115,00 |
| | Mobilisation | 8 | 14,50 | 116,00 |

Tabelle 45 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für den Quotienten ROM Studienarm/ROM Kontrollarm in Radial-/Ulnarabduktion und die Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 59,500 | 43,000 | 39,500 | 41,000 | 24,000 |
| Wilcoxon-W | 195,500 | 163,000 | 229,500 | 146,000 | 115,000 |
| Z | -0,277 | -1,100 | -1,942 | -1,035 | -2,037 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,782 | 0,272 | 0,052 | 0,301 | 0,042 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,787 ^a | 0,294 ^a | 0,051 ^a | 0,330 ^a | 0,045 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Im Vergleich zur Gegenseite ergibt der ROM in Pronation und Supination für die beiden Gruppen die in den folgenden Tabellen zusammengefassten Maßzahlen. In der Ruhigstellungsgruppe nimmt der erreichte Anteil der Beweglichkeit zwischen Fadenzug und Untersuchung nach vier Wochen ab. Danach nimmt er im Verlauf der Untersuchungen zu. In der Mobilisierungsgruppe nehmen die durchschnittlich erreichten Werte mit jeder Untersuchung zu. Die Medianwerte vergrößern sich in beiden Gruppen im Verlauf der Untersuchungen. Im Mann-Whitney-U-Test findet sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Anteil an der Beweglichkeit der Gegenseite und der Gruppenzugehörigkeit bei der Untersuchung nach sechs Monaten. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,034. Der mittlere Rang ist bei dieser Untersuchung in der Ruhigstellungsgruppe kleiner als in der Mobilisierungsgruppe. Dies im-

pliziert eine geringere Beweglichkeit in Relation zur Gegenseite bei den immobilisierten Patienten.

Tabelle 46 Maßzahlen für Quotient ROM (P/S) Studienarm / ROM (P/S) Kontrollarm in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Mittelwert | 0,64 | 0,63 | 0,76 | 0,91 | 0,95 |
| Median | 0,64 | 0,72 | 0,80 | 0,96 | 0,96 |
| Standardabweichung | 0,19 | 0,24 | 0,19 | 0,11 | 0,04 |
| Minimum | 0,28 | 0,22 | 0,38 | 0,67 | 0,85 |
| Maximum | 0,91 | 0,94 | 1,09 | 1,00 | 1,00 |

Tabelle 47 Maßzahlen für Quotient ROM (P/S) Studienarm / ROM (P/S) Kontrollarm in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,63 | 0,71 | 0,72 | 0,89 | 0,99 |
| Median | 0,61 | 0,72 | 0,81 | 0,96 | 0,97 |
| Standardabweichung | 0,29 | 0,25 | 0,31 | 0,13 | 0,03 |
| Minimum | 0,33 | 0,36 | 0,11 | 0,71 | 0,97 |
| Maximum | 1,00 | 1,00 | 0,97 | 1,00 | 1,06 |

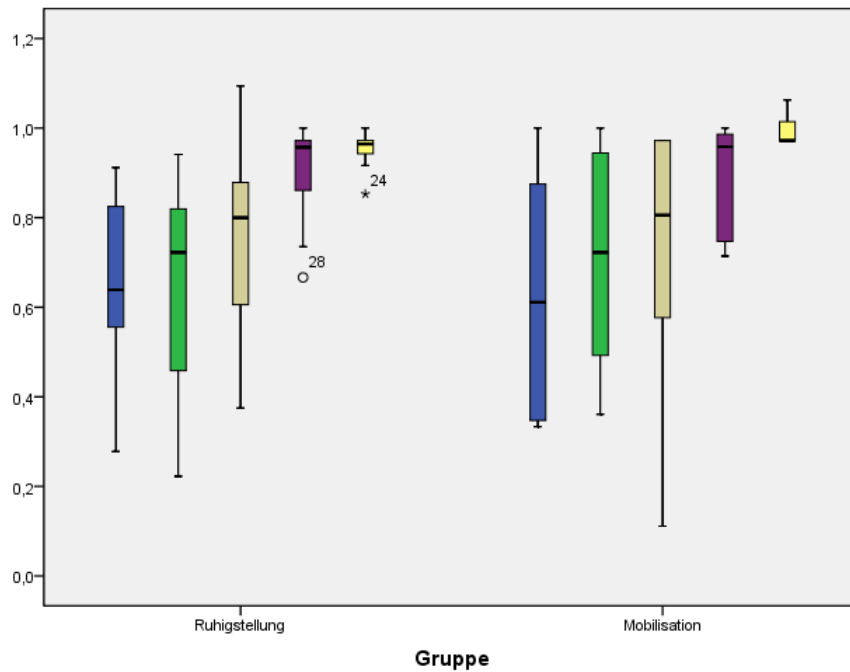


Abbildung 26 Zeitlicher Verlauf für Quotient ROM Studienarm/ROM Kontrollarm in Pronation/Supination für beide Gruppen (blau=Fadenzug, grün=4Wo, grau=6Wochen, violett=3Monate, gelb=6Monate)

Tabelle 48 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Quotient ROM Studienarm / ROM Kontrollarm in Pronaion/Supination und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| ROM P/S Vergleich Gegenseite FZ | Ruhigstellung | 16 | 12,69 | 203,00 |
| | Mobilisation | 8 | 12,12 | 97,00 |
| ROM P/S Vergleich Gegenseite 4 Wo | Ruhigstellung | 15 | 11,10 | 166,50 |
| | Mobilisation | 8 | 13,69 | 109,50 |
| ROM P/S Vergleich Gegenseite 6 Wo | Ruhigstellung | 19 | 13,95 | 265,00 |
| | Mobilisation | 8 | 14,12 | 113,00 |
| ROM P/S Vergleich Gegenseite 3 Mo | Ruhigstellung | 14 | 11,43 | 160,00 |
| | Mobilisation | 8 | 11,62 | 93,00 |
| ROM P/S Vergleich Gegenseite 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 8,77 | 114,00 |
| | Mobilisation | 8 | 14,62 | 117,00 |

Tabelle 49 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Quotient ROM Studienarm / ROM Kontrollarm in Pronation/Supination und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 61,000 | 46,500 | 75,000 | 55,000 | 23,000 |
| Wilcoxon-W | 97,000 | 166,500 | 265,000 | 160,000 | 114,000 |
| Z | -0,184 | -0,872 | -0,053 | -0,069 | -2,121 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,854 | 0,383 | 0,958 | 0,945 | 0,034 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,881 ^a | 0,392 ^a | 0,979 ^a | 0,973 ^a | 0,037 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

5.2.5 Kraft

Zur Beurteilung der Kraft stehen die Mittelwerte der drei Einzelmessungen von Grip und Pinch sowie der Anteil an der Kraft der Kontrollhand in Grip und Pinch zur Verfügung.

Als erstes werden die Mittelwerte der drei Einzelmessungen der Grobgriffkraft (Grip) untersucht. Diese werden unter Berücksichtigung der Skalierung der Dynamometer als Kraftäquivalent in der Einheit Kilogramm angegeben. Die Maßzahlen können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden. Der zeitliche Verlauf ist graphisch in einem Boxplot-Diagramm dargestellt. In beiden Gruppen nehmen die durchschnittlich erreichten Kraftwerte im Verlauf der Untersuchungen zu. Das Gleiche gilt für die Medianwerte. Im Mann-Whitney-U-Test findet sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Grobgriffkraft und Gruppenzugehörigkeit bei der Untersuchung nach sechs Wochen. Die asymptotische Signifikanz beträgt 0,04. Der mittlere Rang ist für diese Untersuchung in der Mobilisierungsgruppe größer. Das impliziert eine größere Grobgriffkraft in der frühfunktionellen Gruppe zu diesem Zeitpunkt.

Tabelle 50 Maßzahlen für die Kraft (Grip) gemessen in kg in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Gültig | 19 | 18 | 21 | 17 | 17 |
| Fehlend | 3 | 4 | 1 | 5 | 5 |
| Mittelwert | 9,63 | 11,28 | 14,05 | 25,27 | 34,90 |
| Median | 4,33 | 6,50 | 9,33 | 22,33 | 31,67 |
| Standardabweichung | 13,74 | 13,12 | 12,37 | 19,33 | 18,98 |
| Minimum | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,33 | 10,00 |
| Maximum | 47,00 | 46,00 | 56,00 | 69,33 | 73,00 |

Tabelle 51 Maßzahlen für die Kraft (Grip) gemessen in kg in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 8,25 | 19,67 | 25,29 | 35,21 | 44,46 |
| Median | 5,17 | 19,17 | 26,00 | 36,00 | 38,83 |
| Standardabweichung | 8,64 | 9,30 | 8,40 | 13,23 | 14,66 |
| Minimum | 0,00 | 4,33 | 9,00 | 14,67 | 29,33 |
| Maximum | 26,33 | 33,67 | 35,00 | 50,33 | 66,33 |

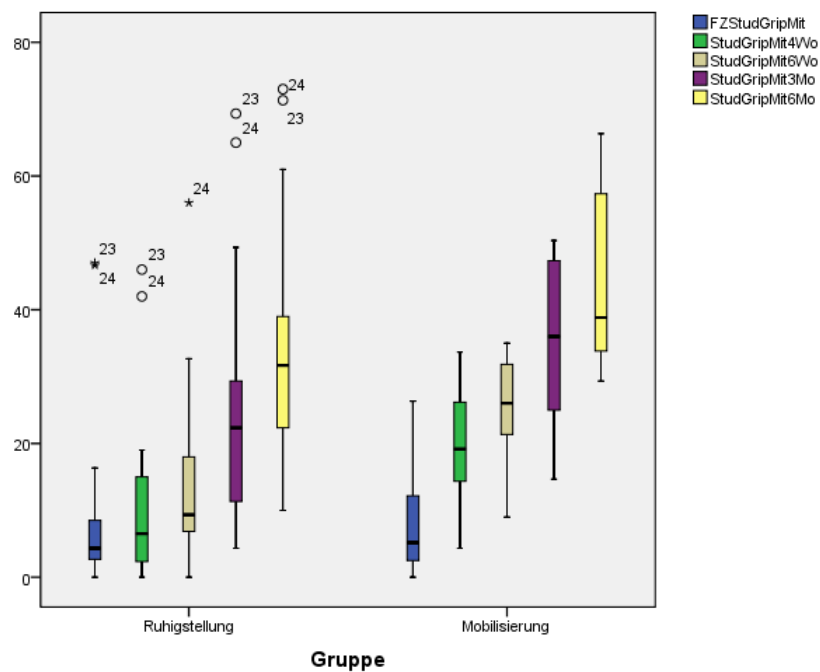


Abbildung 27 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Grip) in beiden Gruppen

Tabelle 52 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für die Kraft (Grip) und die Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| FZStudGripMit | Ruhigstellung | 19 | 14,05 | 267,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 13,88 | 111,00 |
| KontGripMit4Wo | Ruhigstellung | 15 | 12,30 | 184,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 11,44 | 91,50 |
| StudGripMit6Wo | Ruhigstellung | 21 | 12,19 | 256,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 22,38 | 179,00 |
| StudGripMit3Mo | Ruhigstellung | 17 | 11,21 | 190,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,81 | 134,50 |
| StudGripMit6Mo | Ruhigstellung | 17 | 11,47 | 195,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,25 | 130,00 |

Tabelle 53 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für die Kraft (Grip) und die Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 75,000 | 55,500 | 25,000 | 37,500 | 42,000 |
| Wilcoxon-W | 111,000 | 91,500 | 256,000 | 190,500 | 195,000 |
| Z | -0,053 | -0,291 | -2,881 | -1,778 | -1,515 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,958 | 0,771 | 0,004 | 0,075 | 0,130 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,979 ^a | 0,776 ^a | 0,003 ^a | 0,075 ^a | 0,140 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Als nächste Variable wird der Anteil der Grobgriffkraft an der Kraft der Gegenseite untersucht. Diese Variable kann entsprechend dem Anteil an der Beweglichkeit nicht für alle Patienten gemessen werden. Patienten mit gleichzeitig zur Studienhand oder später verletzten Gegenseite waren für diesen Vergleich nicht geeignet. Die Maßzahlen können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden. Eine graphische Darstellung für beide Gruppen findet sich in einem Boxplot-Diagramm. Hier zeigt sich in beiden Gruppen ein im Verlauf der Untersuchungen wachsender Anteil an der Kraft der Gegenseite. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen Anteil an der Kraft der Gegenseite und Gruppenzugehörigkeit für die 4-Wochen-Untersuchung. Die asymptotische Signifikanz liegt bei 0,037. Ein Vergleich der mittleren Ränge in beiden Gruppen zu diesem Zeitpunkt impliziert einen größeren Anteil an der Kraft der Gegenseite in der Mobilisierungsgruppe. In dieser ist der mittlere Rang höher.

Tabelle 54 Maßzahlen für Kraft (Grip) im Vergleich zur Gegenseite in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Gültig | 16 | 16 | 19 | 14 | 13 |
| Fehlend | 6 | 6 | 3 | 8 | 9 |
| Mittelwert | 0,18 | 0,21 | 0,39 | 0,65 | 0,88 |
| Median | 0,16 | 0,25 | 0,42 | 0,68 | 0,87 |
| Standardabweichung | 0,16 | 0,16 | 0,23 | 0,15 | 0,15 |
| Minimum | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,38 | 0,66 |
| Maximum | 0,63 | 0,48 | 0,90 | 0,89 | 1,25 |

Tabelle 55 Maßzahlen für Kraft (Grip) im Vergleich zur Gegenseite in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|------|------|------|------|--------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,24 | 0,51 | 0,63 | 0,82 | 1,01 |
| Median | 0,10 | 0,53 | 0,61 | 0,83 | 1,0238 |
| Standardabweichung | 0,27 | 0,30 | 0,30 | 0,26 | 0,19 |
| Minimum | 0,00 | 0,13 | 0,25 | 0,55 | 0,75 |
| Maximum | 0,79 | 0,83 | 1,07 | 1,15 | 1,38 |

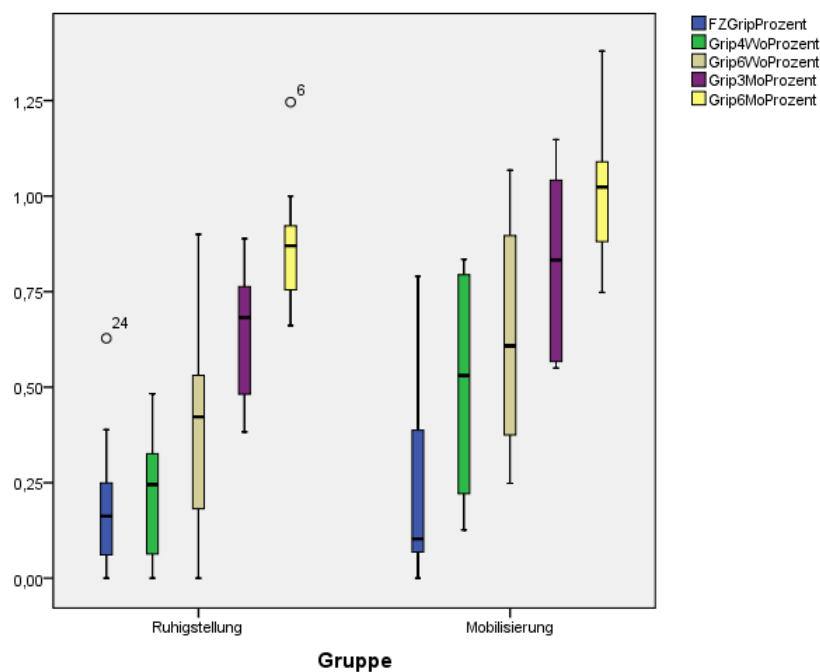


Abbildung 28 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Grip) im Vergleich zur Gegenseite in beiden Gruppen

Tabelle 56 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Kraft (Grip) im Vergleich zur Gegenseite und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| FZGripProzent | Ruhigstellung | 16 | 12,28 | 196,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 12,94 | 103,50 |
| Grip4WoProzent | Ruhigstellung | 16 | 10,38 | 166,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,75 | 134,00 |
| Grip6WoProzent | Ruhigstellung | 19 | 12,32 | 234,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 18,00 | 144,00 |
| Grip3MoProzent | Ruhigstellung | 14 | 10,21 | 143,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 13,75 | 110,00 |
| Grip6MoProzent | Ruhigstellung | 13 | 9,12 | 118,50 |
| | Mobilisierung | 8 | 14,06 | 112,50 |

Tabelle 57 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Grip im Vergleich zur Gegenseite und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 60,500 | 30,000 | 44,000 | 38,000 | 27,500 |
| Wilcoxon-W | 196,500 | 166,000 | 234,000 | 143,000 | 118,500 |
| Z | -0,214 | -2,083 | -1,699 | -1,229 | -1,775 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,830 | 0,037 | 0,089 | 0,219 | 0,076 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,834 ^a | 0,038 ^a | 0,095 ^a | 0,238 ^a | 0,076 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Eine weitere Variable ist die Pinch-Kraft. Diese wird als mittlerer Wert der drei Einzelmessungen und in Form eines Kraftäquivalents in der Einheit Kilogramm angegeben. In der Ruhigstellungsgruppe wurden im Mittel zum Fadenzug 4,1 kg, nach vier Wochen 4,9 kg, nach sechs Wochen 5,1 kg, nach drei Monaten 6,3 kg und nach sechs Monaten 7,8 kg erreicht. Der Median bewegt sich im Bereich von ca. $\pm 0,4$ kg zum Mittelwert. In der Mobilisierungsgruppe wurden zum Fadenzug 4,8 kg, nach vier Wochen 6,4 kg, nach sechs Wochen 7,3 kg, nach drei Monaten 8,6 kg und nach sechs Monaten 9,4 kg erreicht. Der Median liegt zum Fadenzug bei 4,4 kg, nach vier Wochen bei 6,3 kg, nach sechs Wochen bei 7,4 kg, nach drei Monaten bei 8,0 kg und nach sechs Monaten bei 8,4 kg. Die Maßzahlen sind in den Tabellen dargestellt. Das Boxplot-Diagramm dient der graphischen Veranschaulichung. Der Mann-Whitney-U-Test ergibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen Pinch-Kraft und Gruppenzugehörigkeit für die Untersuchung nach sechs Wochen und drei Monaten. Der Vergleich der mittleren Ränge impliziert eine größere Pinchkraft in der frühfunktionellen Gruppe.

Tabelle 58 Maßzahlen für Kraft (Pinch) gemessen in kg in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|-------|-------|------|------|-------|
| Gültig | 19 | 18 | 21 | 16 | 17 |
| Fehlend | 3 | 4 | 1 | 6 | 5 |
| Mittelwert | 4,11 | 4,94 | 5,10 | 6,28 | 7,76 |
| Median | 3,67 | 4,50 | 5,33 | 6,58 | 7,50 |
| Standardabweichung | 2,45 | 2,66 | 2,29 | 2,20 | 2,71 |
| Minimum | 0,83 | 1,17 | 0,00 | 2,33 | 3,33 |
| Maximum | 10,33 | 10,00 | 9,83 | 9,50 | 12,50 |

Tabelle 59 Maßzahlen für Kraft (Pinch) gemessen in kg in Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 4,77 | 6,38 | 7,31 | 8,56 | 9,42 |
| Median | 4,42 | 6,25 | 7,42 | 8,00 | 8,42 |
| Standardabweichung | 1,62 | 1,79 | 2,16 | 2,51 | 2,58 |
| Minimum | 2,50 | 4,17 | 3,83 | 5,17 | 6,00 |
| Maximum | 8,00 | 9,00 | 10,33 | 12,00 | 13,00 |

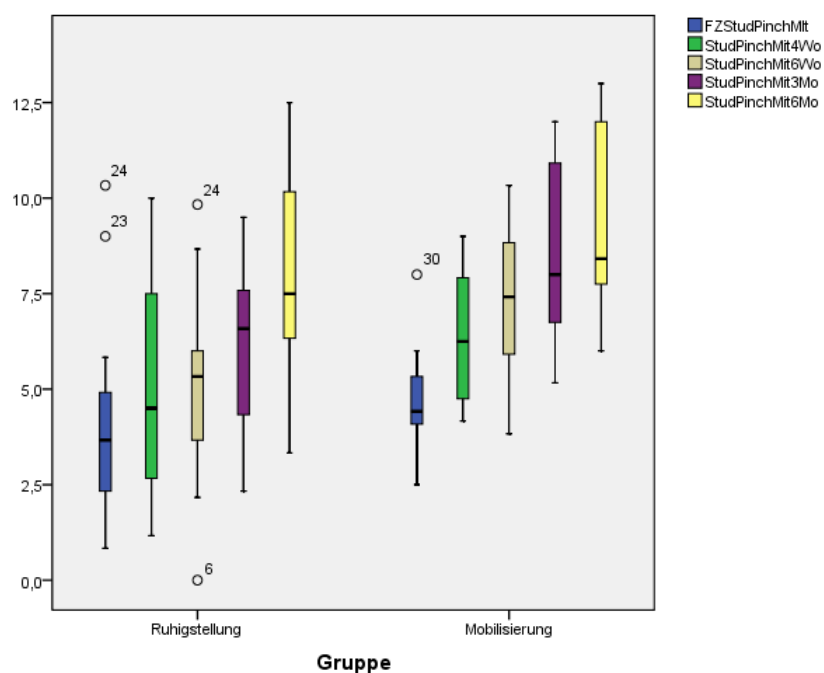


Abbildung 29 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Pinch) in beiden Gruppen

Tabelle 60 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Kraft (Pinch) und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| FZStudPinchMit | Ruhigstellung | 19 | 13,00 | 247,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,38 | 131,00 |
| StudPinchMit4Wo | Ruhigstellung | 18 | 12,17 | 219,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,50 | 132,00 |
| StudPinchMit6Wo | Ruhigstellung | 21 | 12,95 | 272,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 20,38 | 163,00 |
| StudPinchMit3Mo | Ruhigstellung | 16 | 10,44 | 167,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,62 | 133,00 |
| StudPinchMit6Mo | Ruhigstellung | 17 | 11,59 | 197,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,00 | 128,00 |

Tabelle 61 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Kraft (Pinch) und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 57,000 | 48,000 | 41,000 | 31,000 | 44,000 |
| Wilcoxon-W | 247,000 | 219,000 | 272,000 | 167,000 | 197,000 |
| Z | -1,012 | -1,334 | -2,100 | -2,023 | -1,399 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,312 | 0,182 | 0,036 | 0,043 | 0,162 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,333 ^a | 0,196 ^a | 0,036 ^a | 0,045 ^a | 0,175 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Als letzte Variable zur Untersuchung der Kraft steht der Vergleich zur Gegenseite für die Pinchkraft zur Verfügung. Die Maßzahlen werden für beide Gruppen separat in den folgenden Tabellen zusammengefasst. In der Ruhigstellungsgruppe wurden zum Fadenzug im Mittel 50%, nach vier Wochen 60%, nach sechs Wochen 64%, nach drei Monaten 85% und nach sechs Monaten 96% der Kraft der Gegenseite erreicht. Der Median liegt zum Fadenzug bei 47%, nach vier Wochen bei 56%, nach sechs Wochen bei 70%, nach drei Monaten bei 86% und nach sechs Monaten bei 98%. Die Patienten der frühfunktionellen Gruppe erreichten zum Fadenzug im Mittel 54%, nach vier Wochen 71%, nach sechs Wochen 84%, nach drei Monaten 94% und nach sechs Monaten 100% der Kraft der Gegenseite. Der Median liegt zum Fadenzug bei 57%, nach vier Wochen bei 71%, nach sechs Wochen bei 88%, nach drei Monaten bei 92% und nach sechs Monaten bei 101%. Graphisch werden die Ergebnisse in dem folgenden Boxplot-Diagramm dargestellt.

Tabelle 62 Maßzahlen für Kraft (Pinch) im Vergleich zur Gegenseite in der Ruhigstellungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Mittelwert | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,85 | 0,96 |
| Median | 0,47 | 0,56 | 0,70 | 0,86 | 0,98 |
| Standardabweichung | 0,23 | 0,31 | 0,26 | 0,15 | 0,07 |
| Minimum | 0,08 | 0,13 | 0,00 | 0,61 | 0,81 |
| Maximum | 0,94 | 1,45 | 1,26 | 1,22 | 1,06 |

Tabelle 63 Maßzahlen zur Kraft (Pinch) im Vergleich zur Gegenseite in der Mobilisierungsgruppe

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|------|------|------|------|------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,54 | 0,71 | 0,84 | 0,94 | 1,00 |
| Median | 0,57 | 0,71 | 0,88 | 0,92 | 1,01 |
| Standardabweichung | 0,16 | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,09 |
| Minimum | 0,30 | 0,47 | 0,59 | 0,83 | 0,88 |
| Maximum | 0,79 | 0,88 | 0,95 | 1,04 | 1,13 |

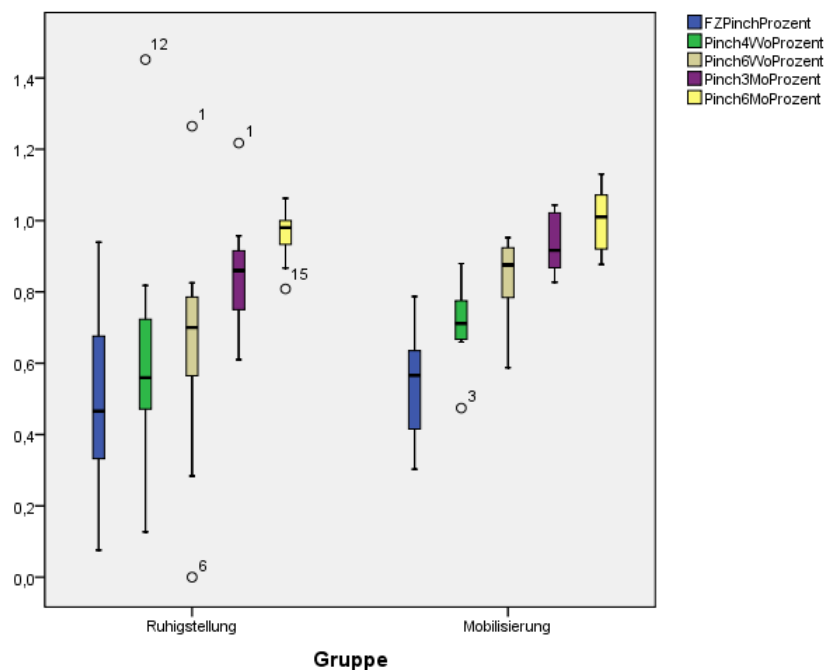


Abbildung 30 Kraft (Pinch) im Vergleich zur Gegenseite in beiden Gruppen

Im Mann-Whitney-U-Test findet sich ein signifikanter Zusammenhang für den Anteil an der Kraft der Gegenseite und der Gruppenzugehörigkeit nach sechs Wochen. Die asymptotische Signifikanz liegt bei 0,011. Die Rangverteilung impliziert einen größeren Anteil an der Kraft der Gegenseite in der frühfunktionellen Gruppe bei der Untersuchung nach 6 Wochen.

Tabelle 64 Ränge für Mann-Whitney-U-Test Pinchkraft im Vergleich zur Gegenseite und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| FZPinchProzent | Ruhigstellung | 16 | 12,00 | 192,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 13,50 | 108,00 |
| Pinch4WoProzent | Ruhigstellung | 15 | 10,53 | 158,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 14,75 | 118,00 |
| Pinch6WoProzent | Ruhigstellung | 19 | 11,47 | 218,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 20,00 | 160,00 |
| Pinch3MoProzent | Ruhigstellung | 14 | 9,64 | 135,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 14,75 | 118,00 |
| Pinch6MoProzent | Ruhigstellung | 13 | 9,77 | 127,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 13,00 | 104,00 |

Tabelle 65 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Kraft (Pinch) im Vergleich zur Gegenseite und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 56,000 | 38,000 | 28,000 | 30,000 | 36,000 |
| Wilcoxon-W | 192,000 | 158,000 | 218,000 | 135,000 | 127,000 |
| Z | -0,490 | -1,420 | -2,550 | -1,775 | -1,166 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,624 | 0,156 | 0,011 | 0,076 | 0,243 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,653 ^a | 0,169 ^a | 0,009 ^a | 0,082 ^a | 0,268 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

5.2.6 Funktionelle Mischscores

Für alle Mischscores gilt folgendes Bewertungsschema. 1 entspricht einem sehr guten, 2 einem guten, 3 einem befriedigenden und 4 einem mangelhaften Ergebnis.

Als erster Mischscore wird der Krimmer Score untersucht. Die Maßzahlen können den folgenden Tabellen entnommen werden. In der Ruhigstellungsgruppe liegt der Median beim Fadenzug bei vier, nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei drei, nach drei Monaten bei zwei und nach sechs Monaten bei eins. Der Modalwert liegt beim Fadenzug bei vier, nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei drei, nach drei Monaten bei zwei und nach sechs Monaten bei eins. In der frühfunktionellen Gruppe liegt der Median beim Fadenzug und nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei 2,5 nach drei Monaten bei zwei und nach sechs Monaten bei eins. Die Modalwerte liegen beim Fadenzug bei vier, nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei zwei, nach drei Monaten bei eins und nach sechs Monaten ebenfalls bei eins. Nach sechs Wochen und nach drei Monaten sind mehrere Modalwerte vorhanden. Im Mann-Whitney-U-Test zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Krimmer-Score und Gruppenzugehörigkeit für die Untersuchung nach sechs Wochen, der ein besseres Ergebnis in der Mobilisierungsgruppe zu diesem Zeitpunkt impliziert.

Tabelle 66 Maßzahlen zum Krimmer Score in der Ruhigstellungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---------|---------|------|------|------|------|------|
| N | Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| | Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 |
| Minimum | | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 2,00 |

Tabelle 67 Maßzahlen zum Krimmer-Score in der Mobilisierungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---------|---------|------|------|-------------------|-------------------|------|
| N | Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 2,50 | 2,00 | 1,00 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 2,00 ^a | 1,00 ^a | 1,00 |
| Minimum | | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 2,00 |

a. Mehrere Modi vorhanden. Der kleinste Wert wird angezeigt

Tabelle 68 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Krimmer-Score und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--------------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| Krimmer Score am FZ | Ruhigstellung | 16 | 13,00 | 208,00 |
| | Mobilisation | 8 | 11,50 | 92,00 |
| Krimmer Score nach 4 Wo | Ruhigstellung | 15 | 13,30 | 199,50 |
| | Mobilisation | 8 | 9,56 | 76,50 |
| Krimmer Score nach 6 Wo | Ruhigstellung | 19 | 15,97 | 303,50 |
| | Mobilisation | 8 | 9,31 | 74,50 |
| Krimmer Score nach 3 Mo | Ruhigstellung | 14 | 12,21 | 171,00 |
| | Mobilisation | 8 | 10,25 | 82,00 |
| Krimmer Score nach 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 11,42 | 148,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,31 | 82,50 |

Tabelle 69 Statistik Mann-Whitney-U-Test für Krimmer-Score und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 56,000 | 40,500 | 38,500 | 46,000 | 46,500 |
| Wilcoxon-W | 92,000 | 76,500 | 74,500 | 82,000 | 82,500 |
| Z | -1,414 | -1,907 | -2,112 | -,716 | -,585 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,157 | 0,057 | 0,035 | 0,474 | 0,559 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,653 ^a | 0,213 ^a | 0,045 ^a | 0,525 ^a | 0,697 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Es folgt die Untersuchung des Mayo Wrist Scores. In der Ruhigstellungsgruppe liegen Median und Modalwert beim Fadenzug bei vier, nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei vier, nach drei Monaten bei drei und nach sechs Monaten bei drei. Der größte Patientenanteil zeigt somit bei den ersten drei Untersuchungen ein mangelhaftes Ergebnis, nach drei Monaten ein befriedigendes Ergebnis und nach sechs Monaten ebenfalls ein befriedigendes Ergebnis. Die Patienten mit frühfunktioneller Beübung zeigen beim Fadenzug einen Median von vier, nach vier Wochen einen Median von vier, nach sechs Wochen einen Median von 3,5, nach drei Monaten einen Median von zwei und nach sechs Monaten einen Median von zwei. Die Modalwerte liegen beim Fadenzug bei vier, nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei vier, nach drei Monaten bei eins und nach sechs Monaten bei eins. Der größte Patientenanteil erreicht in den ersten drei Untersuchungen ein mangelhaftes Ergebnis im Mayo Wrist Score. Nach drei Monaten erreicht der größte Anteil ein sehr gutes Ergebnis. Bei der

Abschlussuntersuchung liegen mehrere Modalwerte vor. Der Mann-Whitney-U-Test liefert für vier Wochen und sechs Wochen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Mayo Wrist Score und Gruppenzugehörigkeit, der zu diesen Zeitpunkten ein besseres Ergebnis in der Mobilisierungsgruppe impliziert. Die Testdaten können der Tabelle entnommen werden.

Tabelle 70 Maßzahlen für Mayo Wrist Score in Ruhigstellungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|----------------|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| N | Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| | Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 |
| Minimum | | 3,00 | 4,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |

Tabelle 71 Maßzahlen für Mayo Wrist Score in Mobilisierungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|----------------|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| N | Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 3,50 | 2,00 | 2,00 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 1,00 | 1,00 ^a |
| Minimum | | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 |

a. Mehrere Modi vorhanden. Der kleinste Wert wird angezeigt.

Tabelle 72 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Mayo Wrist Score und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------------|---------------|----------|-----------------------|------------------|
| Mayo Score am FZ | Ruhigstellung | 16 | 12,75 | 204,00 |
| | Mobilisation | 8 | 12,00 | 96,00 |
| Mayo Score nach 4 Wo | Ruhigstellung | 15 | 13,00 | 195,00 |
| | Mobilisation | 8 | 10,12 | 81,00 |
| Mayo Score nach 6 Wo | Ruhigstellung | 19 | 15,55 | 295,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,31 | 82,50 |
| Mayo Score nach 3 Mo | Ruhigstellung | 14 | 13,36 | 187,00 |
| | Mobilisation | 8 | 8,25 | 66,00 |
| Mayo Score nach 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 12,08 | 157,00 |
| | Mobilisation | 8 | 9,25 | 74,00 |

Tabelle 73 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Mayo Wrist Score und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 60,000 | 45,000 | 46,500 | 30,000 | 38,000 |
| Wilcoxon-W | 96,000 | 81,000 | 82,500 | 66,000 | 74,000 |
| Z | -,511 | -1,980 | -2,158 | -1,896 | -1,112 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,609 | 0,048 | 0,031 | 0,058 | 0,266 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,834 ^a | 0,357 ^a | 0,119 ^a | 0,082 ^a | 0,336 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Die Maßzahlen für den Cooney Score sind für beide Gruppen separat in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. In der Ruhigstellungsgruppe liegen Median und Modalwert am Fadenzug, nach vier Wochen und nach sechs Wochen bei vier. Nach drei Monaten und nach sechs Monaten liegen Median und Modalwert bei drei. Der größte Patientenanteil erreicht bei den ersten drei Untersuchungen ein mangelhaftes Ergebnis und bei den letzten beiden Untersuchungen ein befriedigendes Ergebnis. In der Mobilisierungsgruppe liegt der Median zum Fadenzug und nach vier Wochen bei vier, nach sechs Wochen bei 3,5, nach drei Monaten bei zwei und nach sechs Monaten bei 1,5. Der Modalwert liegt bei den ersten drei Untersuchungen bei vier und bei den letzten beiden Untersuchungen bei eins. Folglich erreicht bei den ersten drei Untersuchungen der größte Patientenanteil ein mangelhaftes Ergebnis und bei den letzten beiden Untersuchungen ein sehr gutes Ergebnis. Im Mann-Whitney-U-Test zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Cooney Score und Gruppenzugehörigkeit nach vier Wochen und nach drei Monaten zu Gunsten der Mobilisierungsgruppe.

Tabelle 74 Maßzahlen für Cooney Score in Ruhigstellungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|
| N | Gültig | 16 | 15 | 19 | 14 | 13 |
| | Fehlend | 6 | 7 | 3 | 8 | 9 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 |
| Minimum | | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 |

Tabelle 75 Maßzahlen für Cooney Score in Mobilisierungsgruppe

| | | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|----------------|----------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| N | Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Median | | 4,00 | 4,00 | 3,50 | 2,00 | 1,50 |
| Modus | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 1,00 | 1,00 |
| Minimum | | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Maximum | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 |

Tabelle 76 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Cooney Score und Gruppenzugehörigkeit

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 56,000 | 45,000 | 50,000 | 28,000 | 28,000 |
| Wilcoxon-W | 92,000 | 81,000 | 86,000 | 64,000 | 64,000 |
| Z | -1,414 | -1,980 | -1,724 | -2,036 | -1,861 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,157 | 0,048 | 0,085 | 0,042 | 0,063 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,653 ^a | 0,357 ^a | 0,180 ^a | 0,059 ^a | 0,089 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

5.2.7 DASH-Score

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Maßzahlen des DASH-Scores zusammen. In der Ruhigstellungsgruppe betrug der Mittelwert in der Ausgangsuntersuchung (Befund vor der Verletzung) ca. 3,0, beim Fadenzug 67,5, nach vier Wochen 58,0, nach sechs Wochen 40,5, nach drei Monaten 19,4 und nach sechs Monaten 12,1. In der frühfunktionellen Gruppe betrug der Mittelwert bei der Erstuntersuchung ca. 0,3, beim Fadenzug 50,0, nach vier Wochen 41,0, nach sechs Wochen 20,3, nach drei Monaten 10,1 und bei der Abschlussuntersuchung 5,9.

Tabelle 77 Maßzahlen für DASH Score in der Ruhigstellungsgruppe

| | 1 | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Gültig | 21 | 19 | 19 | 20 | 17 | 17 |
| Fehlend | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 |
| Mittelwert | 2,95 | 67,47 | 57,89 | 40,50 | 19,35 | 12,12 |
| Median | 1,00 | 67,00 | 61,00 | 34,50 | 13,00 | 6,00 |
| Standardabweichung | 4,18 | 15,13 | 13,50 | 19,86 | 18,90 | 13,12 |
| Minimum | 0,00 | 39,00 | 41,00 | 9,00 | 3,00 | 0,00 |
| Maximum | 16,00 | 95,00 | 81,00 | 83,00 | 72,00 | 50,00 |

Tabelle 78 Maßzahlen für DASH Score in der frühfunktionellen Gruppe

| | 1 | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---------------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Gültig | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 0,25 | 50,00 | 41,00 | 20,25 | 10,13 | 5,88 |
| Median | 0,00 | 50,00 | 36,00 | 23,00 | 7,00 | 2,00 |
| Standardabweichung | 0,46 | 18,79 | 23,44 | 13,22 | 11,48 | 8,82 |
| Minimum | 0,00 | 23,00 | 9,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| Maximum | 1,00 | 77,00 | 76,00 | 37,00 | 32,00 | 21,00 |

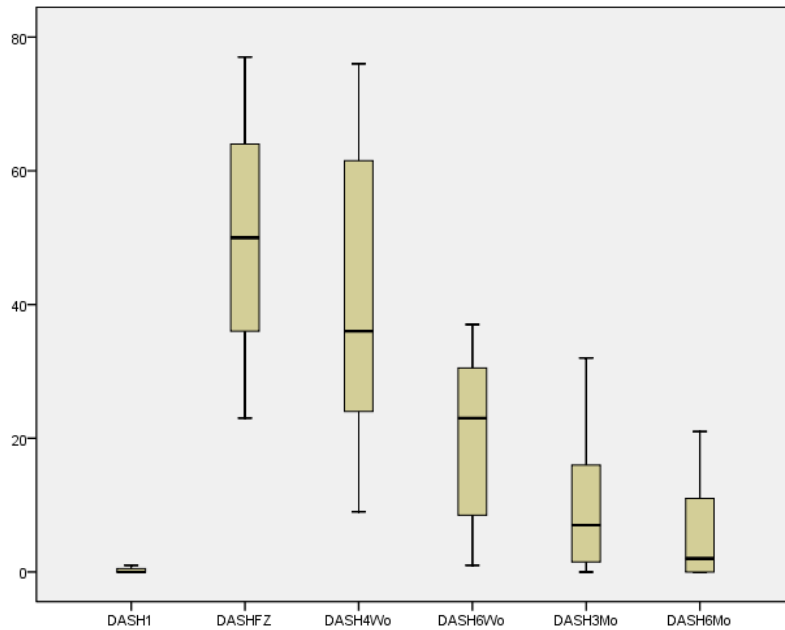


Abbildung 31 DASH Score in der frühfunktionellen Gruppe

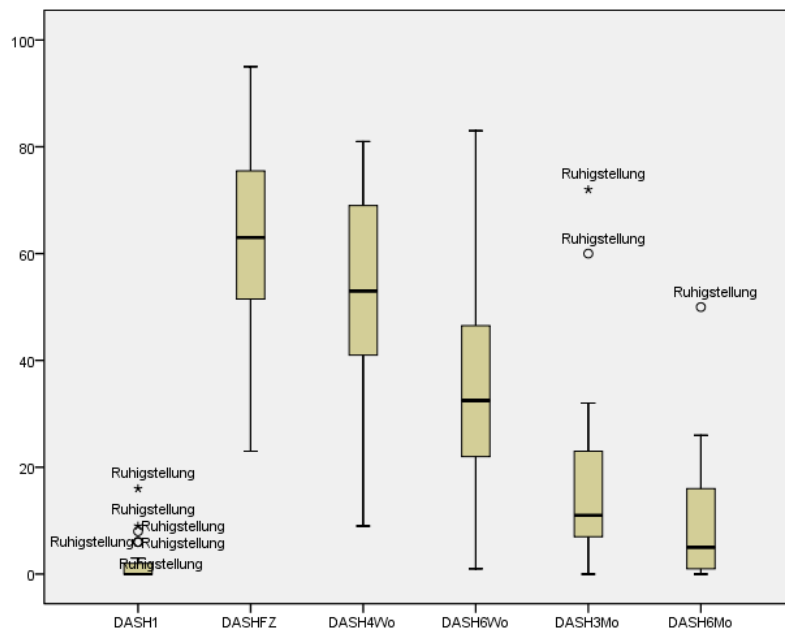


Abbildung 32 DASH Score in der Ruhigstellungsgruppe

Im Mann-Whitney-U-Test findet sich beim Fadenzug, nach vier Wochen und nach sechs Wochen ein signifikanter Zusammenhang zwischen DASH-Score und Gruppenzugehörigkeit. Die asymptotische Signifikanz beträgt beim Fadenzug 0,031, nach vier Wochen 0,046 und nach sechs Wochen 0,017. Die mittleren Ränge sind bei diesen drei Untersuchungen in der frühfunktionellen Gruppe niedriger als in der Ruhigstellungsgruppe. Dies impliziert einen niedrigeren DASH Score in der frühfunktionellen Gruppe im Vergleich zur Mobilisierungsgruppe.

Tabelle 79 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für DASH Score und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------------|--------------------------|----|----------------|-----------|
| DASH1 | Ruhigstellung | 21 | 16,76 | 352,00 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 10,38 | 83,00 |
| DASHFZ | Ruhigstellung | 19 | 16,13 | 306,50 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 8,94 | 71,50 |
| DASH4Wo | Ruhigstellung | 19 | 15,97 | 303,50 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 9,31 | 74,50 |
| DASH6Wo | Ruhigstellung | 20 | 16,85 | 337,00 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 8,62 | 69,00 |
| DASH3Mo | Ruhigstellung | 17 | 14,68 | 249,50 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 9,44 | 75,50 |
| DASH6Mo | Ruhigstellung | 17 | 14,56 | 247,50 |
| | frühfunktionelle Beübung | 8 | 9,69 | 77,50 |

Tabelle 80 Statistik für Mann-Whitney-U-Test für DASH Score und Gruppenzugehörigkeit

| | 1 | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 47,000 | 35,500 | 38,500 | 33,000 | 39,500 | 41,500 |
| Wilcoxon-W | 83,000 | 71,500 | 74,500 | 69,000 | 75,500 | 77,500 |
| Z | -1,950 | -2,153 | -1,994 | -2,392 | -1,662 | -1,552 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,051 | 0,031 | 0,046 | 0,017 | 0,096 | 0,121 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,075 ^a | 0,029 ^a | 0,045 ^a | 0,016 ^a | 0,097 ^a | 0,124 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

5.2.8 SF 36

Von den 155 bearbeiteten Fragebögen konnten vier nicht ausgewertet werden, da sie nicht ausreichend ausgefüllt waren. Das entspricht einem Anteil von 2,6%. Nachfolgend werden die körperliche und die psychische Summenskala betrachtet.

In der Ruhigstellungsgruppe beträgt die körperliche Summenskala im Mittel vor dem Unfall 53,17, zum Fadenzug 32,94, nach vier Wochen 36,34, nach sechs Wochen 38,39, nach drei Monaten 46,32 und nach sechs Monaten 48,34. Die frühfunktionellen Patienten erreichen im Mittel eine körperliche Summenskala von 53,93 vor der Verletzung, eine von 39,33 zum Fadenzug, eine von 40,97 nach vier Wochen, eine von 47,47 nach sechs Wochen, eine von 53,29 nach drei Monaten und zum Abschluss eine von 52,88. Im Mann-Whitney-U-Test findet sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen körperlicher Summenskala und Gruppenzugehörigkeit nach sechs Wochen und nach drei Monaten. Die asymptotische Signifikanz liegt nach sechs Wochen bei 0,017 und nach drei Monaten bei 0,023. Die höheren mittleren Ränge implizieren eine größere Summenskala in der Mobilisierungsgruppe.

Tabelle 81 Maßzahlen zu Körperlichen Summenskala in der Ruhigstellungsgruppe

| | vor Bruch | Fadenzug | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 20 | 19 | 19 | 18 | 16 | 17 |
| Fehlend | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 | 5 |
| Mittelwert | 53,17 | 32,94 | 36,34 | 38,39 | 46,32 | 48,34 |
| Median | 55,67 | 33,60 | 34,89 | 38,54 | 50,03 | 51,88 |
| Standardabweichung | 7,62 | 6,19 | 8,65 | 7,57 | 8,00 | 9,33 |
| Minimum | 29,18 | 16,29 | 22,76 | 24,18 | 32,88 | 28,44 |
| Maximum | 58,92 | 40,68 | 51,99 | 49,65 | 57,71 | 57,68 |

Tabelle 82 Maßzahlen für die körperliche Summenskala in der Mobilisierungsgruppe

| | vor Bruch | Fadenzug | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|---------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gültig | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 53,93 | 39,33 | 40,97 | 47,47 | 53,29 | 52,88 |
| Median | 56,61 | 35,43 | 40,00 | 45,25 | 54,84 | 55,75 |
| Standardabweichung | 9,48 | 7,79 | 8,73 | 6,56 | 6,26 | 6,56 |
| Minimum | 31,16 | 31,76 | 30,09 | 39,71 | 42,65 | 43,72 |
| Maximum | 60,51 | 54,64 | 56,45 | 58,17 | 59,36 | 59,58 |

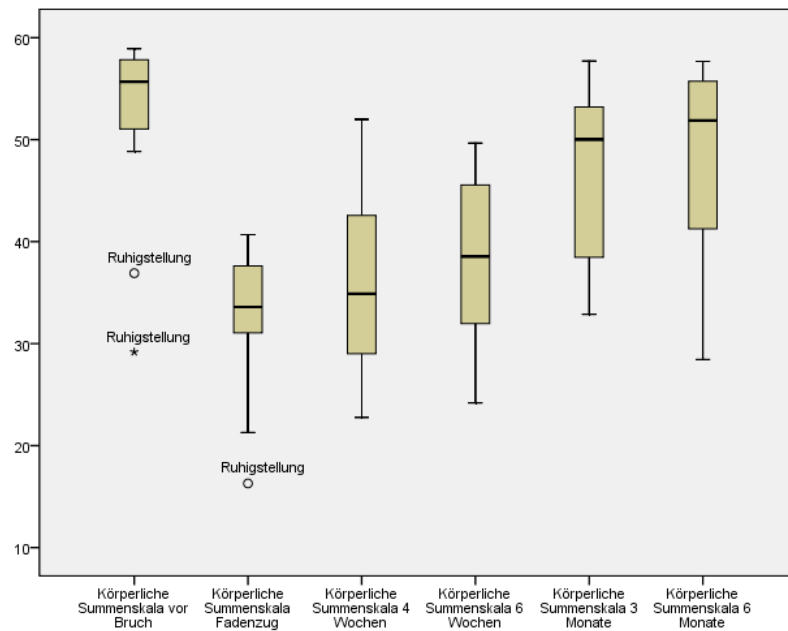


Abbildung 33 Körperliche Summenskala in der Ruhigstellungsgruppe

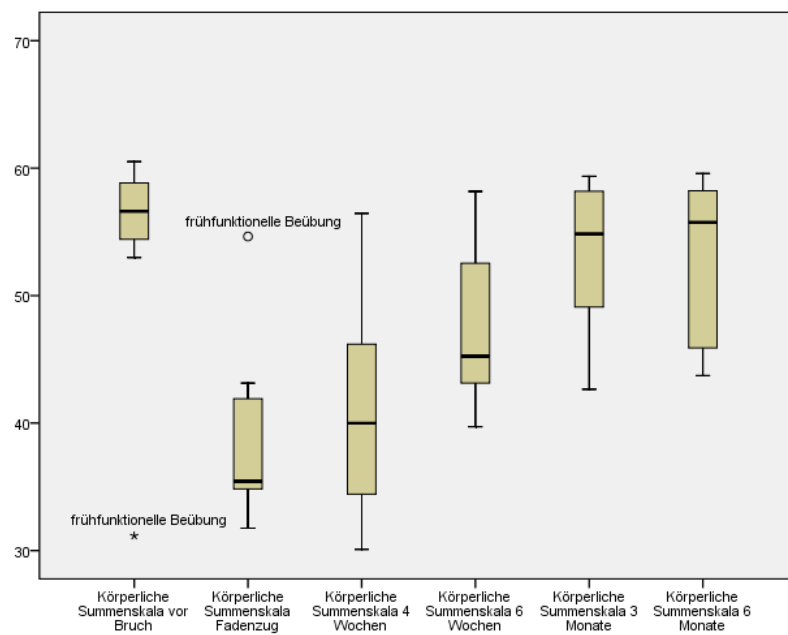


Abbildung 34 Körperliche Summenskala in der Mobilisierungsgruppe

Tabelle 83 Ränge für Mann-Whitney-U-Test für körperliche Summenskala und Gruppenzugehörigkeit

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--|---------------|----|----------------|-----------|
| Körperliche Summenskala vor Bruch | Ruhigstellung | 20 | 13,55 | 271,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,88 | 135,00 |
| Körperliche Summenskala Fadenzug | Ruhigstellung | 19 | 11,74 | 223,00 |
| | Mobilisierung | 7 | 18,29 | 128,00 |
| Körperliche Summenskala 4 Wochen | Ruhigstellung | 19 | 12,84 | 244,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 16,75 | 134,00 |
| Körperliche Summenskala 6 Wochen | Ruhigstellung | 18 | 11,11 | 200,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 18,88 | 151,00 |
| Körperliche Summenskala 3 Monate | Ruhigstellung | 16 | 10,19 | 163,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 17,12 | 137,00 |
| Körperliche Summenskala 6 Monate | Ruhigstellung | 17 | 11,71 | 199,00 |
| | Mobilisierung | 8 | 15,75 | 126,00 |

Tabelle 84 Statistiken für Mann-Whitney-U-Test für Körperliche Summenskala und Gruppenzugehörigkeit

| | 1 | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 61,000 | 33,000 | 54,000 | 29,000 | 27,000 | 46,000 |
| Wilcoxon-W | 271,000 | 223,000 | 244,000 | 200,000 | 163,000 | 199,000 |
| Z | -0,966 | -1,937 | -1,168 | -2,389 | -2,266 | -1,282 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,334 | 0,053 | 0,243 | 0,017 | 0,023 | 0,200 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,354 ^a | 0,055 ^a | 0,260 ^a | 0,016 ^a | 0,023 ^a | 0,215 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert

Die Ergebnisse für die psychische Summenskala werden in den nachfolgenden Tabellen für beide Gruppen separat zusammengefasst. In der Ruhigstellungsgruppe erreicht die psychische Summenskala im Mittel vor der Verletzung 53,82, zum Fadenzug 52,21, nach vier Wochen 52,21, nach sechs Wochen 53,59, nach drei Monaten 53,47 und nach sechs Monaten 53,99. In der Gruppe mit frühfunktioneller Beübung ist die psychische Summenskala vor dem Unfall 56,89, beim Fadenzug 53,81, nach vier Wochen 58,28, nach sechs Wochen 58,85, nach drei Monaten 56,13 und nach sechs Monaten 57,21. Der Mann-Whitney-U-Test zeigt keine signifikanten Zusammenhänge zwischen psychischer Summenskala und Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 85 Maßzahlen für psychische Summenskala für Ruhigstellungsgruppe

| | 1 | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---------------------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gültig | 20 | 19 | 19 | 18 | 16 | 17 |
| Fehlend | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 | 5 |
| Mittelwert | 53,82 | 52,21 | 52,21 | 52,59 | 53,47 | 53,99 |
| Median | 54,27 | 54,44 | 55,21 | 51,40 | 57,19 | 55,55 |
| Standardabweichung | 6,38 | 14,41 | 10,60 | 9,88 | 11,86 | 8,85 |
| Minimum | 36,98 | 28,02 | 29,73 | 35,37 | 18,46 | 30,67 |
| Maximum | 62,21 | 70,03 | 67,05 | 66,47 | 63,05 | 62,74 |

Tabelle 86 Maßzahlen für psychische Summenskala in der Mobilisierungsgruppe

| | 1 | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---------------------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Gültig | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fehlend | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mittelwert | 56,89 | 53,81 | 58,28 | 58,85 | 56,13 | 57,21 |
| Median | 55,80 | 53,13 | 61,61 | 59,63 | 57,66 | 58,47 |
| Standardabweichung | 4,71 | 11,72 | 10,30 | 4,53 | 7,00 | 4,63 |
| Minimum | 49,34 | 39,38 | 41,52 | 51,48 | 41,72 | 49,59 |
| Maximum | 64,40 | 69,72 | 72,25 | 65,69 | 65,59 | 62,14 |

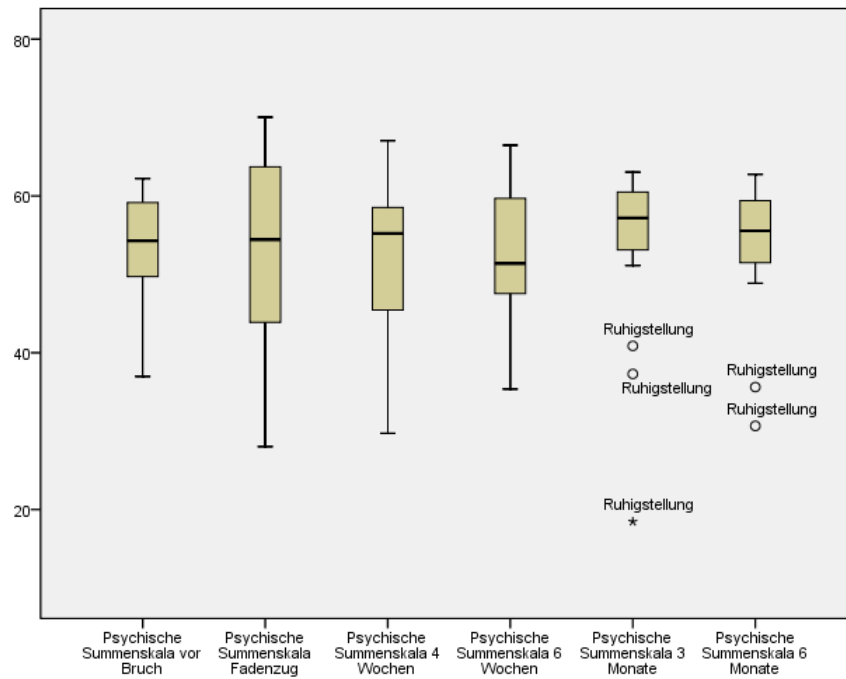


Abbildung 35 Psychische Summenskala in der Ruhigstellungsgruppe

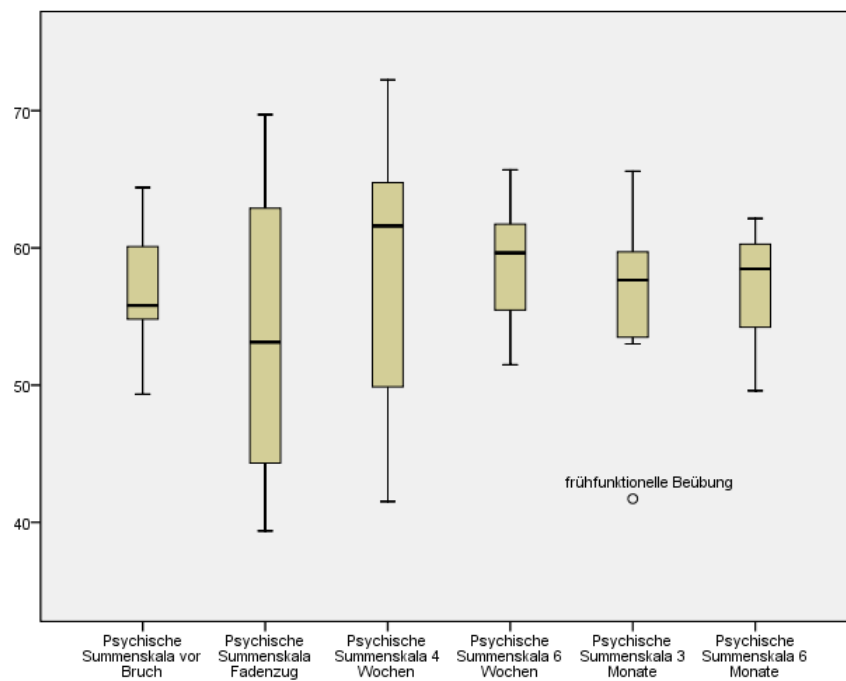


Abbildung 36 Psychische Summenskala in der Mobilisierungsgruppe

5.2.9 DASH-Score, SF 36 und funktionelle Mischscores

Zur Untersuchung möglicher Zusammenhänge zwischen den funktionellen Mischscores, dem DASH-Score und dem SF-36 wird der Spearman Korrelationsfaktor berechnet. Dieser zeigt vor dem Unfall eine hohe Korrelation zwischen psychischer Summenskala und DASH. Der Korrelationsfaktor beträgt 0,566. Die zweiseitige Signifikanz beträgt 0,002. Bei den weiteren Untersuchungen fanden sich keine Korrelationen zwischen der psychischen Summenskala und dem DASH oder den anderen Auswertungsscores. Die körperliche Summenskala und der DASH zeigen keinen Zusammenhang vor dem Unfall. Bei den weiteren Untersuchungen ergeben sich hohe Korrelationen zwischen DASH und körperlicher Summenskala. Zwischen DASH und den verschiedenen funktionellen Mischscores besteht ab der vier Wochen Untersuchung eine signifikante bis hoch signifikante Korrelation. Die funktionellen Mischscores zeigen untereinander stets eine signifikante bis hoch signifikante Korrelation, mit Ausnahme der Untersuchung nach sechs Monaten. Hier beträgt der Spearman Korrelationsfaktor zwischen Cooney und Krimmer Score nur 0,171. Dies entspricht einer zweiseitigen Signifikanz von 0,457. Die Korrelationen zwischen der körperlichen Summenskala und den verschiedenen funktionellen Mischscores sind ab der Untersuchung nach vier Wochen signifikant bis hoch signifikant. Die Spearman Korrelationsfaktoren sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Die zweiseitig signifikanten Korrelationen sind markiert.

Tabelle 87: Spearman Korrelationsfaktoren zwischen den Auswertungsscores zum Fadenzug

| | Mayo | Krimmer | Cooney | KSK | PSK | DASH |
|----------------------|-------------|----------------|---------------|------------|------------|-------------|
| Mayo Score | 1,000 | 0,692** | 0,692** | -0,050 | -0,399 | 0,142 |
| Krimmer Score | 0,692** | 1,000 | 1,000** | -0,361 | -0,189 | 0,347 |
| Cooney Score | ,692** | 1,000** | 1,000 | -0,361 | -0,189 | 0,347 |
| KSK | -0,050 | -0,361 | -0,361 | 1,000 | 0,030 | -0,544** |
| PSK | -0,399 | -0,189 | -0,189 | 0,030 | 1,000 | -0,253 |
| DASH | 0,142 | 0,347 | 0,347 | -0,544** | -0,253 | 1,000 |

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant

Tabelle 88: Spearman Korrelationskoeffizienten zwischen den Auswertungsscores nach vier Wochen

| 4 Wochen | Mayo | Krimmer | Cooney | KSK | PSK | DASH |
|----------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|
| Mayo | 1,000 | 0,739** | 1,000** | -0,499* | -0,222 | 0,489* |
| Krimmer | 0,739** | 1,000 | 0,739** | -0,470* | 0,054 | 0,488* |
| Cooney | 1,000** | 0,739** | 1,000 | -0,499* | -0,222 | 0,489* |
| KSK | -0,499* | -0,470* | -0,499* | 1,000 | -0,107 | -0,616** |
| PSK | -0,222 | 0,054 | -0,222 | -0,107 | 1,000 | -0,253 |
| DASH | 0,489* | 0,488* | 0,489* | -0,616** | -0,253 | 1,000 |

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

Tabelle 89: Spearman Korrelationskoeffizienten zwischen den Auswertungsscores nach 6 Wochen

| 6 Wochen | Mayo | Krimmer | Cooney | KSK | PSK | DASH |
|----------|---------|----------|----------|----------|--------|----------|
| Mayo | 1,000 | 0,540** | 0,845** | -0,475* | -0,132 | 0,324 |
| Krimmer | 0,540** | 1,000 | 0,635** | -0,673** | 0,133 | 0,734** |
| Cooney | 0,845** | 0,635** | 1,000 | -0,516** | 0,036 | 0,450* |
| KSK | -0,475* | -0,673** | -0,516** | 1,000 | 0,101 | -0,716** |
| PSK | -0,132 | 0,133 | 0,036 | 0,101 | 1,000 | -0,242 |
| DASH | 0,324 | 0,734** | 0,450* | -0,716** | -0,242 | 1,000 |

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant. * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

Tabelle 90: Spearman Korrelationskoeffizienten zwischen den Auswertungsscores nach 3 Monaten

| 3 Monate | Mayo | Krimmer | Cooney | KSK | PSK | DASH |
|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|
| Mayo | 1,000 | 0,729** | 0,748** | -0,662** | -0,061 | 0,633** |
| Krimmer | 0,729** | 1,000 | 0,793** | -0,753** | -0,119 | 0,766** |
| Cooney | 0,748** | 0,793** | 1,000 | -0,716** | 0,076 | 0,781** |
| KSK | -0,662** | -0,753** | -0,716** | 1,000 | 0,251 | -0,933** |
| PSK | -0,061 | -0,119 | 0,076 | 0,251 | 1,000 | -0,219 |
| DASH | 0,633** | 0,766** | 0,781** | -0,933** | -0,219 | 1,000 |

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant. * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig)

Tabelle 91: Spearman Korrelationskoeffizienten zwischen den Auswertungsscores nach 6 Monaten

| 6 Monate | Mayo | Krimmer | Cooney | KSK | PSK | DASH |
|----------------|----------|----------|---------|----------|--------|----------|
| Mayo | 1,000 | 0,483* | 0,855** | -0,610** | 0,075 | 0,744** |
| Krimmer | 0,483* | 1,000 | 0,171 | -0,650** | 0,303 | 0,687** |
| Cooney | 0,855** | 0,171 | 1,000 | -0,539* | -0,041 | 0,671** |
| KSK | -0,610** | -0,650** | -0,539* | 1,000 | 0,000 | -0,914** |
| PSK | 0,075 | 0,303 | -0,041 | 0,000 | 1,000 | -0,083 |
| DASH | 0,744** | 0,687** | 0,671** | -0,914** | -0,083 | 1,000 |

** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant. * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant (zweiseitig).

5.2.10 Arbeit

Zur Beurteilung der Arbeitsfähigkeit nach operativ versorgter distaler Radiusfraktur wurden Patienten mit schwerwiegenden Zusatzverletzungen, die operativ versorgt wurden und einer Rehabilitation bedurften, ausgeschlossen. Für die verbleibenden 26 Fälle ergaben sich die in folgender Tabelle dargestellten Ergebnisse. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die jeweilige Gruppe. Es waren nicht bei jeder Untersuchung alle Patienten anwesend.

Tabelle 92: Maßzahlen für die Arbeitsfähigkeit

| | FZ | | | 4 Wochen | | | 6 Wochen | | | 3 Monate | | | 6 Monate | | |
|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | R | M | G | R | M | G | R | M | G | R | M | G | R | M | G |
| V | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 11 | 6 | 17 | 12 | 7 | 19 |
| | | 12,5% | 4,2% | | 25,0% | 8,3% | 11,1% | 50,0% | 23,1% | 68,8% | 75,0% | 70,8% | 80,0% | 87,5% | 82,6% |
| E | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 6 | 7 | 1 | 8 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 31,2% | 12,5% | 25,0% | 38,9% | 12,5% | 30,8% | 12,5% | 25,0% | 16,7% | 13,3% | 12,5% | 13,0% |
| L | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | | | 6,2% | 12,5% | 8,3% | 16,7% | 12,5% | 15,4% | 6,2% | | 4,2% | 6,7% | | 4,3% |
| U | 14 | 6 | 20 | 10 | 4 | 14 | 6 | 2 | 8 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 87,5% | 75,0% | 83,3% | 62,5% | 50,0% | 58,3% | 33,3% | 25,0% | 30,8% | 12,5% | | 8,3% | | | |
| G | 16 | 8 | 24 | 16 | 8 | 24 | 18 | 8 | 26 | 16 | 8 | 24 | 15 | 8 | 23 |

R: Ruhigstellungsgruppe, M: Mobilisationsgruppe, G: Gesamt, V: Volle Arbeitsfähigkeit, E: Eingeschränkte Arbeitsfähigkeit, L: Wechsel zu leichter Arbeit, U: Arbeit unmöglich

Es werden alle verbleibenden Patienten betrachtet. Bei nicht berufstätigen Patienten wird die Arbeit definiert als alltägliche Aufgaben und Tätigkeiten. Zum Fadenzug konnten insgesamt 83,3% der Patienten ihrer Arbeit nicht nachgehen (Ruhigstellungsgruppe: 87,5%, Mobilisationsgruppe: 75,0%). Nach vier Wochen konnten insgesamt 14 Patienten (58,3%) nicht arbeiten. In der Ruhigstellungsgruppe waren zehn Patienten (62,5%) nicht arbeitsfähig, bei den

frühfunktionellen Patienten konnte die Hälfte nicht arbeiten. Nach sechs Wochen war für acht Patienten (30,8%) die Arbeit unmöglich. Davon befanden sich sechs in der Ruhigstellungsgruppe (33,3%) und zwei in der frühfunktionellen Gruppe (25%). Nach drei Monaten konnten zwei Patienten nicht arbeiten (8,3%). Diese befanden sich in der Ruhigstellungsgruppe (12,5%). Bei der Abschlussuntersuchung waren 19 Patienten (82,6%) voll arbeitsfähig, drei (13%) eingeschränkt und einer (4,3%) übte eine leichtere Arbeit aus. In der Ruhigstellungsgruppe waren 12 voll arbeitsfähig (80%), zwei waren eingeschränkt (13,3%) und einer wechselte zu leichter Arbeit (6,7%). Die frühfunktionellen Patienten arbeiteten zu 87,5% voll (7 Patienten) und waren zu 12,5% eingeschränkt (ein Patient). Die Berechnung des Kontingenzkoeffizienten erbrachte geringe Zusammenhänge zwischen Arbeitsfähigkeit und Gruppenzugehörigkeit. Der Chi-Quadrat-Test nach Pearson zeigte keinen signifikanten Zusammenhang. Das genaue Datum der Wiederaufnahme der Arbeit wurde nicht festgehalten.

6 Diskussion

6.1 Patienten und Methodik

Am Anfang des Diskussionsteils steht die kritische Betrachtung des Studienkonzepts der vorliegenden Arbeit.

Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden so festgelegt, dass sich die Arbeit mit einem Kollektiv erwachsener Patienten beschäftigt, deren distale Radiusfraktur mit winkelstabiler palmarer Platte übungsstabil versorgt wurde. Kindliche Frakturen wurden mit der Bedingung der Volljährigkeit bewusst ausgeschlossen. Vorbestehende entzündliche oder degenerative Erkrankungen der Radiocarpal- und Radioulnargelenke, frühere Frakturen oder Operationen des betroffenen Handgelenks und gleichzeitige Frakturen im Bereich der betroffenen oberen Extremität wurden als Störfaktoren der klinischen Untersuchungsergebnisse angesehen und unter die Ausschlusskriterien aufgenommen. Frühere Verletzungen oder Operationen anderer Gelenke der Hand und zeitgleiche Verletzungen anderer Körperstellen wurden als weniger verfälschend angesehen und toleriert. So konnten Patienten mit beidseitigen Handverletzungen eingeschlossen werden. Dies macht einen Vergleich mit der Gegenseite unmöglich, was die Beurteilung des klinischen Ergebnisses erschwert. Alle verwendeten funktionellen Mischscores können zum Beispiel nur im Vergleich mit der Gegenseite berechnet werden (16,31). Andere Verletzungen beeinflussen das Ergebnis des DASH und des SF-36. Leidet der Patient zum Beispiel an eine Verletzung der Schulter der Gegenseite, führt dies im DASH-Score zu schlechteren Ergebnissen bei einzelnen Fragen, die ein Patient mit isolierter Radiusfraktur im Vergleich besser bewerten müsste (44). Der SF-36 als Messinstrument für die allgemeine körperliche und psychische Gesundheit reagiert empfindlicher auf zusätzliche Erkrankungen als der DASH. Jegliche körperliche Beschwerden beeinflussen das Ergebnis dieses Fragebogens. Dies sollte bei der Auswertung berücksichtigt werden. Auch andere Verletzungen im Bereich der Hand können das Untersuchungsergebnis beeinflussen. Die vorliegende Studie dient in erster Linie der Entwicklung und Planung einer Folgestudie. Hierfür ist es interessant zu sehen, wie sehr der geplante Studienablauf durch Zusatzverletzungen gestört wird. Zum Beispiel im Falle einer Anschlussheilbehandlung. Dies erklärt die Entscheidung, auch Patienten mit Zusatzverletzungen einzuschließen.

Die Verblindung der untersuchenden Person war grundsätzlich wünschenswert. Sie sollte eine unbeeinflusste objektive Untersuchung des Patienten ermöglichen. In der vorliegenden Studie scheiterte der Versuch einer Verblindung meist an den Patienten, die trotz Instruktion zum Zeitpunkt des Studieneinschlusses erzählten, in welche Gruppe sie randomisiert wurden. Zur

Verbesserung der Verblindung sollten die Patienten in einer Folgestudie vor der Untersuchung von einer weiteren Person gesehen werden. Diese sollte darauf achten, dass keine Schienenspur Hinweise auf die Gruppenzugehörigkeit des Patienten gäben. Des Weiteren sollten die Patienten vor jeder Untersuchung erneut instruiert werden, über Ihre Gruppenzugehörigkeit zu schweigen.

Die Randomisierung der Patienten wurde bei jedem Patienten einzeln mittels Losverfahren durchgeführt. Dieses Verfahren führte zu ungleichen Gruppen. Die Unterschiede in Gruppengröße und Durchschnittsalter sind auffallend und beeinträchtigen die Vergleichbarkeit der Gruppen. Bei größeren Fallzahlen müssten sich diese Unterschiede ausgleichen und die Randomisierung zu vergleichbaren Gruppen führen. Angesichts der fehlgeschlagenen Randomisierung in der vorliegenden Studie wird empfohlen, bei einer Folgestudie auf eine andere Art der Randomisierung zurückzugreifen. Eine Möglichkeit wäre zum Beispiel die Bildung von Quadrupel bestehend aus jeweils zwei A und zwei B. Die Kombinationsmöglichkeiten wären AABB, ABAB, ABBA, BBAA, BABA, BAAB. So wird beim Einschluss des ersten Patienten ein Quadrupel gezogen. Die Ziehung erfolgt nach jedem vierten Patienten erneut. Die sechs Möglichkeiten bleiben bei jeder Ziehung erhalten. Auf diese Weise ergibt sich eine gleichmäßige Verteilung der Patienten.

In Erwartung großer Entwicklungen im klinischen Ergebnis und deutlicher Unterschiede in den Gruppen vor allem in den ersten postoperativen Wochen wurden anfänglich kleine Zeitintervalle zwischen den Untersuchungen festgelegt. Streng genommen stellte die Bewegung des Handgelenks bei der zwei Wochen Untersuchung einen Verstoß gegen das Studienprotokoll dar. Dies wurde diskutiert und für diese Studie akzeptiert, da eine engmaschige Kontrolle des Bewegungsumfangs gewünscht wurde. Die Untersuchungen nach drei Monaten und nach sechs Monaten dienten der Verlaufskontrolle. Sie sollten zeigen, ob die unterschiedlichen Nachbehandlungspläne auch mit zeitlichem Abstand zu Unterschieden im klinischen Ergebnis führen. Eine im Juni 2008 veröffentlichte Studie mit ähnlichem Studiendesign beschränkte sich auf die Untersuchungen nach drei Monaten und nach sechs Monaten. Hier wurde keine Besserung der Bewegungsausmaße in der frühfunktionellen Gruppe gefunden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde nahegelegt, Untersuchungen in kleineren zeitlichen Abständen zur Operation durchzuführen (58).

Die Untersuchungen zu Beweglichkeit, Kraft, Sensibilität und Umfängen orientierten sich an dem Protokoll zur Handuntersuchung der Universitätsklinik Regensburg. Dies entspricht weitgehend den Empfehlungen in der Literatur (38). Der Grip wurde mittels Jamar Dynamometer in der Einstellung II gemessen. Diese Einstellung soll die maximalen Kraftäquivalente

liefern (29). Jede Kraftmessung wurde wie empfohlen dreimal durchgeführt (38,59,115). Die Überprüfung der Sensibilität und die Messung der Umfänge dienten dem Komplikationsausschluss. Sie wurden nicht als Parameter des Gruppenvergleichs verwendet und werden daher im Ergebnisteil nicht gesondert aufgeführt.

6.2 Ergebnisse

6.2.1 Patientenkollektiv und Teilnahme an den Untersuchungen

Die Gesamtzahl aller im Zeitraum des Studieneinschlusses an der Universitätsklinik Regensburg behandelte Radiusfrakturen wurde nicht erhoben. Diese Daten erschienen im Rahmen einer Pilotstudie vernachlässigbar. Sie sollten aber in einer Folgestudie erfasst werden.

Es wurde ein Patient in die Studie aufgenommen, der aufgrund des Frakturtyps seiner Radiusfraktur die Einschlusskriterien eigentlich nicht erfüllte. Seine nach AO-Klassifikation als C3-Fraktur einzustufende Verletzung wurde vom Operateur initial als C2-Fraktur klassifiziert. Erst eine abschließende Kontrolle führte zur Neuklassifikation. Die C3-Frakturen wurden ursprünglich nicht ins Studienprotokoll aufgenommen, da man bei diesen nicht von einer übungsstabilen Versorgung ausging. Bei Beschwerdefreiheit des Patienten (trotz Randomisierung in die Mobilisationsgruppe), bei vollständig vorhandenem Datensatz und im Hinblick auf die Pilotstudie wurde entschieden, den Patienten weiterhin in der Studie zu belassen.

Durch die Aufnahme von Patienten mit schweren Begleitverletzungen, die einer Anschlussheilbehandlung bedurften, fehlten bei den ersten Untersuchungen einige Patienten. Um einen lückenhaften Datensatz zu vermeiden, sollten Patienten mit derartig schweren Begleitverletzungen aus dem Protokoll einer Folgestudie ausgeschlossen werden.

6.2.2 Stationäre Patientenbehandlung

Laut einer deutschlandweiten Studie zur stationären Behandlungsqualität distaler Radiusfrakturen werden 75% der Patienten am Unfalltag stationär aufgenommen. Zwei Drittel werden am Unfalltag und weitere 20% einen Tag später operiert. Das Gesamtkollektiv operativ versorgter distaler Radiusfrakturen wird in 55,2% in Allgemeinanästhesie und in 44,8% in Regionalanästhesie versorgt. Diese Zahlen beziehen sich auf alle operativen Versorgungsverfahren. Bei der Plattenosteosynthese werden 49% erst ab dem zweiten Tag nach dem Unfall operiert, es werden mehr Patienten in Allgemeinanästhesie behandelt, die durchschnittliche Operationszeit liegt bei 60 Minuten, die durchschnittliche stationäre Verweildauer bei 10 Tagen (105).

Im vorliegenden Patientenkollektiv wurden die Patienten im Durchschnitt nach vier Tagen operiert, was mit dem Datensatz der Vergleichsarbeit übereinstimmt. Die postoperative stationäre Verweildauer war kürzer als in der Vergleichsstudie. Der Anteil der in Regionalanästhesie versorgten Frakturen war in vorliegender Studie mit 60 Prozent größer als im deutschlandweiten Vergleich. Die durchschnittliche Operationsdauer war mit 80 Minuten länger. Die Vergleichsstudie enthält keine Daten zur Frakturklassifikation. Dies erschwert eine Vergleichbarkeit der beiden Patientenkollektive (105).

6.2.3 Schmerz

Die Betrachtung des Schmerzverlaufs liefert in den ersten beiden Untersuchungen höhere Durchschnittswerte der Stärke des Schmerzes in der Mobilisierungsgruppe als in der Ruhigstellungsgruppe. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die stärkere Aktivität in der frühfunktionellen Gruppe, die das Handgelenk bereits bewegen durfte. Die gleiche Argumentation lässt sich bei der Erklärung des erhöhten Schmerzes in der Ruhigstellungsgruppe nach sechs Wochen anwenden. Während die frühfunktionelle Gruppe bereits seit der Operation das Handgelenk bewegte, wurde in der Ruhigstellungsgruppe erst nach vier Wochen damit begonnen. Somit stieg der Aktivitätslevel in der Ruhigstellungsgruppe später an. Eine Möglichkeit, diesen Erklärungsansatz zu untersuchen, wäre eine um die Ruhigstellungszeit versetzte Betrachtung der Ergebnisse in der Folgestudie. Mittelwerte und der Median des Schmerzes in der Ruhigstellungsgruppe sind bei der Untersuchung nach sechs Wochen den Werten in der frühfunktionellen Gruppe bei den ersten beiden Untersuchungen sehr ähnlich. Nach drei Monaten scheinen sich die Unterschiede in beiden Gruppen angeglichen zu haben. Bei der Abschlussuntersuchung sind die Schmerzen in der Ruhigstellungsgruppe geringer als in der Mobilisierungsgruppe. Somit zeigt die Ruhigstellungsgruppe nur bei der Untersuchung nach sechs Wochen einen signifikant höheren Schmerz. Bei den übrigen Untersuchungen erscheinen sie den Patienten der Mobilisierungsgruppe bezüglich der Schmerzstärke gleichgestellt oder überlegen. Dies könnte für einen Vorteil der Nachbehandlung mit Ruhigstellung sprechen.

Ähnliche Überlegungen ergibt die Betrachtung des vorrangigen Schmerzauslösers. Nach drei Monaten war in der Ruhigstellungsgruppe die Belastung und in der Mobilisierungsgruppe die Bewegung der am häufigsten genannte Erstauslöser von Schmerz. Somit löste nach drei Monaten in der Mobilisierungsgruppe eine geringere Anstrengung Schmerzen aus als in der Ruhigstellungsgruppe.

Der Anteil an Schmerzpatienten zeigt ebenfalls interessante Ergebnisse. Die Anteile bei den ersten drei Untersuchungen lassen sich mit der unterschiedlichen Beübung des Handgelenks

erklären. Es ist auffallend, dass sich nach sechs Monaten in der Mobilisierungsgruppe ein größerer Anteil an Schmerzpatienten findet. Dies könnte auf einen Vorteil in der Ruhigstellungsgruppe hinweisen.

Für die Planung einer Folgestudie erscheinen Schmerzstärke und Schmerzauslöser als Variablen geeignet. Möglicherweise zeigen sich die gleichen Unterschiede in einem größeren Patientenkollektiv. Dies würde für die Nachbehandlung mittels Ruhigstellung sprechen.

6.2.4 Fingerfunktion und Handgelenksbeweglichkeit

Die Beurteilung der Fingerfunktion und Handgelenksbeweglichkeit dient in erster Linie der Untersuchung möglicher Komplikationen einer Ruhigstellung.

Hierbei sollte eine möglicherweise uneinheitliche Nachbehandlung berücksichtigt werden. Den Patienten wurden klare Anweisungen gegeben, zu welchem Zeitpunkt sie mit der Bewegung des Handgelenks beginnen durften. Die Art der Krankengymnastik wurde aber nicht festgeschrieben. Es ist davon auszugehen, dass sich die Behandlungsstrategien der einzelnen Physiotherapeuten nicht in allen Punkten gleichen. Eine Voraussetzung für eine einheitliche Nachbehandlung wäre eine Anleitung zur Krankengymnastik. Diese sollte in einer Folgestudie zum Einsatz kommen. Ein nicht kontrollierbarer Faktor ist die Compliance des Patienten. Inwieweit sich der einzelne Patient an das Studienprotokoll hielt, kann nicht überprüft werden.

Die Patienten der frühfunktionellen Gruppe sind nach vier Wochen signifikant häufiger zu einem vollen Faustschluss fähig. Die Messung des Fingerkuppenhohlhandfaltenabstandes legt nahe, dass dies mit der Beugefähigkeit des Zeigefingers zusammenhängt. Nach vier Wochen ist der Abstand der Zeigefingerkuppe zur Hohlhandfalte in der Ruhigstellungsgruppe im Vergleich zur Mobilisierungsgruppe signifikant größer. Dies lässt sich an der Art der Ruhigstellung erklären. Der durch die Hohlhandfalte verlaufende Steg beeinträchtigt in erster Linie den Zeigefinger. Die schlechtere Beugefähigkeit der Langfinger in der Ruhigstellungsgruppe scheint nach zwei Wochen ohne Ruhigstellung wieder ausgeglichen, da sich bei der Untersuchung nach sechs Wochen keine signifikanten Zusammenhänge finden lassen. Die Untersuchung der Streckung, der Kommissurenöffnungswinkel in zwei Ebenen und der Opposition ergab keine signifikanten Zusammenhänge zur Gruppenzugehörigkeit. Die Handspanne ist nach vier Wochen, sechs Wochen, drei Monaten und sechs Monaten in der Mobilisierungsgruppe signifikant größer. Es ist fraglich, ob dies auf die Ruhigstellung zurückzuführen ist. Die Handspanne ist ein Maß für die Abduktionsfähigkeit des Daumens und des Kleinfingers. Die Abduktionsfähigkeit des Daumens erscheint in der Ruhigstellungsgruppe im Vergleich

zur frühfunktionellen Gruppe nicht eingeschränkt, was wir den Ergebnissen des Kommissurenöffnungswinkels entnehmen können. Außerdem wäre es verwunderlich wenn eine verschlechterte Abduktionsfähigkeit, die durch die Ruhigstellung bedingt ist, noch nach sechs Monaten bestehen würde. Zu diesem Zeitpunkt sollte sich eine durch Ruhigstellung beeinträchtigte Fingerfunktion wieder normalisiert haben. Aus diesem Grund liegt nahe, dass in der frühfunktionellen Gruppe generell eine größere Handspanne vorhanden war. Um dies zu überprüfen sollte man die Handspanne der Gegenseite betrachten. Dies wurde in vorliegender Studie nicht beachtet, sollte aber in einer Folgestudie durchgeführt werden, falls die Handspanne als Variable untersucht werden sollte. Nach den vorliegenden Ergebnissen erscheint die Handspanne aber als Parameter verzichtbar.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Fingerfunktion durch die Ruhigstellung eingeschränkt ist. Diese Einschränkung beschränkt sich auf die Beugefähigkeit des Zeigefingers und ist nur nach vier Wochen nachweisbar. Mit Beginn einer Bewegungstherapie werden die Unterschiede in den Gruppen schnell ausgeglichen. Somit führt eine Ruhigstellung des Handgelenks nur zu einer geringfügigen und kurz andauernden Einschränkung der Fingerfunktion.

Bei der Betrachtung der Handgelenksbeweglichkeit zeigte sich nach vier Wochen eine signifikant schlechtere Beugung in der Ruhigstellungsgruppe. Diese scheint durch die Ruhigstellung bedingt zu sein. Mit Aufnahme der Beübung des Handgelenks wurde diese Einschränkung schnell kompensiert. Bereits bei der nächsten Untersuchung waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu finden. Extension, Radialabduktion, Ulnarabduktion, Pronation und Supination, sowie die jeweiligen Bewegungsumfänge in Extension/Flexion, Radial-/Ulnarabduktion, Pro-/Supination und die Anteile an der Beweglichkeit der Gegenseite zeigten bei den ersten vier Untersuchungen keine signifikanten Zusammenhänge zur Gruppenzugehörigkeit. Diese Ergebnisse sprechen gegen eine schwerwiegende Einschränkung der Beweglichkeit durch die Ruhigstellung. Die einzige signifikante Einschränkung konnte innerhalb von zwei Wochen behoben werden.

Bei der Abschlussuntersuchung zeigte sich eine signifikante Einschränkung der Radialabduktion in der Ruhigstellungsgruppe. Ebenso war der Anteil an der Beweglichkeit der Gegenseite in Radial-/Ulnarabduktion und in Pro-/Supination signifikant eingeschränkt. Es ist fraglich, ob diese Einschränkungen auf die Ruhigstellung zurückzuführen sind. Es wird erwartet, dass durch die Ruhigstellung bedingte Einschränkungen in der Handgelenksbeweglichkeit bei einer früheren Untersuchung aufgefallen wären. Ihr erstmaliges Auftreten bei der Untersuchung nach sechs Monaten, legt eine anderweitige Begründung nahe. Eine mögliche Ursache ist eine

veränderte Mitarbeit bei den Patienten. Es sollte überprüft werden, ob sich dieses Ergebnis in einer Folgestudie mit größerem Patientenkollektiv reproduzieren lässt.

Die verminderte Beugefähigkeit nach vier Wochen wird somit als alleinige Einschränkung der Handgelenksbeweglichkeit durch die Ruhigstellung angesehen. Diese wurde in kurzer Zeit kompensiert.

Eine Forschungsgruppe aus Prag veröffentlichte 2004 und 2005 vier Arbeiten zur Abhängigkeit der Finger- und Handgelenksbeweglichkeit vom Alter und vom Training. Hierzu bildete sie drei Patientengruppen: Studenten, Senioren und Pianisten. Die Beweglichkeit der Interphalangealgelenke, Metacarpophalangealgelenke und des Handgelenks wurden vermessen. Bei den Senioren fanden sich im Durchschnitt niedrigere Bewegungsausmaße als in der Kontrollgruppe, den Studenten. Somit scheint die Beweglichkeit der Finger- und Handgelenke im Alter abzunehmen (101-104). Bezogen auf das vorliegende Patientenkollektiv liefern diese Ergebnisse eine Erklärung für schlechtere Bewegungsumfänge in der Ruhigstellungsgruppe. Diese setzt sich aus im Durchschnitt deutlich älteren Patienten zusammen. Dennoch finden sich kaum signifikante Zusammenhänge zwischen Beweglichkeit und Gruppenzugehörigkeit.

6.2.5 Kraft

Die Untersuchung der verschiedenen Kraftäquivalente lieferte teilweise bessere Ergebnisse in der Mobilisationsgruppe. Die Grobgriffkraft war nach 6 Wochen signifikant höher. Der Anteil an der Grobgriffkraft der Gegenseite war nach 4 Wochen signifikant höher. Auffallend ist, dass die durchschnittlich erreichten Gripkräfte in der Mobilisationsgruppe auch nach 3 Monaten und 6 Monaten um ca. 10 kg höher waren als in der Ruhigstellungsgruppe. Hier muss die unterschiedliche Zusammensetzung der Einzelgruppen berücksichtigt werden. Die Ruhigstellungsgruppe setzt sich im Durchschnitt aus deutlich älteren Menschen zusammen als die Mobilisationsgruppe. Dies hat möglicherweise Einfluss auf die erreichten durchschnittlichen Kraftwerte. Der Anteil an der Kraft der Gegenseite sollte eine vom Alter unabhängige Variable sein. Der bei der Untersuchung nach vier Wochen gemessene niedrigere Anteil in der Ruhigstellungsgruppe kann mit der Immobilisation erklärt werden.

Die Betrachtung der Pinchkraftäquivalente führt zu ähnlichen Überlegungen. Die Durchschnittswerte sind nach sechs Wochen und nach drei Monaten in der Mobilisationsgruppe signifikant höher als in der Ruhigstellungsgruppe. Die übrigen Mittelwerte liegen in der frühfunktionellen Gruppe ebenfalls über denen der Ruhigstellungsgruppe. Die Bewertung dieser Ergebnisse muss die Unterschiede in den beiden Gruppen berücksichtigen. Es ist schwierig

aus diesen Werten Rückschlüsse auf mögliche Vorteile oder Nachteile der jeweiligen Nachbehandlungskonzepte ziehen zu wollen. Der nach sechs Wochen signifikant niedrigere Anteil an der Pinchkraft der Gegenseite in der Ruhigstellungsgruppe kann möglicherweise auf die Immobilisation zurückgeführt werden.

Die Auswertung der Kraftparameter ist beim vorliegenden Patientenkollektiv schwierig. Vor allem die durchschnittlich erreichten Kraftwerte scheinen sehr vom Alter abhängig zu sein. Die Unterschiede im erreichten Anteil an der Kraft der Gegenseite erscheinen besser geeignet, um die Unterschiede in den Einzelgruppen zu kompensieren.

6.2.6 Funktionelle Mischscores

Die funktionellen Mischscores zeigen einige signifikante Zusammenhänge zwischen Gruppenzugehörigkeit und erreichtem Ergebnis. So erscheint die Ruhigstellungsgruppe im Krimmer Score nach sechs Wochen, im Mayo Score nach vier Wochen und nach sechs Wochen und im Cooney Score nach vier Wochen und nach drei Monaten schlechter.

Aufgrund der unterschiedlichen Patientenkonstellationen in den Gruppen kann daraus kein Nachteil der Ruhigstellung gegenüber der frühfunktionellen Behandlung bewiesen werden. Wie bereits ausgeführt sind vor allem Parameter wie Kraft und Bewegungsausmaß stark vom Alter der Versuchsperson abhängig. Diese Werte gehen in die Berechnung der funktionellen Mischscores ein. Des Weiteren befinden sich in der Ruhigstellungsgruppe einige Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen. Wendet man den Mann-Whitney-U-Test unter Ausschluss dieser Patienten an, ergeben sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Zusammenhänge zwischen erreichtem Ergebnis und Gruppenzugehörigkeit (siehe Anhang).

6.2.7 DASH-Score

Der Mann-Whitney-U-Test zeigt signifikante Zusammenhänge zwischen den DASH-Werten und der Gruppenzugehörigkeit zum Fadenzug, nach vier Wochen und nach sechs Wochen. Die mittleren Rangsummen sind in der Ruhigstellungsgruppe höher. Dies impliziert bessere DASH-Werte in der frühfunktionellen Gruppe. Unter Ausschluss der Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen zeigte sich nur nach 6 Wochen ein signifikanter Zusammenhang zwischen DASH-Wert und Gruppenzugehörigkeit (siehe Anhang). Die besseren DASH-Werte in der frühfunktionellen Gruppe nach sechs Wochen könnten durch die Ruhigstellung erklärt sein. Bei der geringen Fallzahl und den Unterschieden in der Patientenzusammensetzung ist eine endgültige Deutung dieser Ergebnisse nicht möglich.

In beiden Gruppen stellen die DASH-Werte den zeitlichen Verlauf der Gesundheitsentwicklung gut dar. Aus diesem Grund wird der DASH als geeignetes Kontrollinstrument des postoperativen Verlaufs der distalen Radiusfrakturen angesehen.

Im Verlauf der Studie wurde deutlich, dass vor allem für ältere Patienten bei der Beantwortung einzelner Fragen des DASH-Scores Schwierigkeiten entstanden. So werden in diesem Fragebogen verschiedene Bewegungsabläufe mithilfe von Sportarten veranschaulicht und abgefragt. Dies führte bei den älteren Patienten teilweise zu Verwirrung, da sie zum Beispiel weder Tennis noch Badminton spielten. Des Weiteren beanspruchte die Beantwortung des Fragebogens mit seinen 30 Fragen Zeit. Um diese beiden Probleme zu umgehen, kann alternativ auf eine gekürzte Version des DASH-Scores, den sogenannten Quick-DASH zurückgegriffen werden. Dieser beinhaltet elf Fragen und scheint, dem DASH-Score vergleichbar zu sein (7).

6.2.8 SF 36

Der Vergleich der beiden Gruppen zeigte einen signifikanten Unterschied nach sechs Wochen und nach drei Monaten in der körperlichen Summenskala. Hier erreichte die Mobilisierungsgruppe signifikant höhere Werte. Dies impliziert eine bessere körperliche Gesundheit bei den frühfunktionellen Patienten. Die psychische Summenskala zeigte keine Zusammenhänge. Insgesamt erschienen die Werte der psychischen Summenskala im Verlauf der einzelnen Untersuchungen ziemlich konstant. Die Spannweite zwischen größtem und kleinstem Mittelwert aller Untersuchungen liegt in der Ruhigstellungsgruppe bei 1,8 und in der Mobilisierungsgruppe bei 4,7.

Neben einem Vergleich der Ergebnisse der beiden Gruppen können die Ergebnisse der Einzelgruppen mit den Werten der deutschen Normstichprobe verglichen werden. Das arithmetische Mittel der körperlichen Summenskala beträgt in der deutschen Normstichprobe 50,21. Die psychische Summenskala beträgt im Mittel 51,54. Bezogen auf das Alter beträgt die körperliche Summenskala in der Altersgruppe von 31 bis 40 Jahren im Mittel 54,13 und die psychische Summenskala 50,91. In der Altersgruppe von 51 bis 60 Jahren beträgt die körperliche Summenskala im Mittel 47,89 und die psychische Summenskala 51,16 (12).

Ein Vergleich mit den Patienten aus der Ruhigstellungsgruppe zeigt, dass die psychische Summenskala in dieser Gruppe bei jeder Erhebung über dem Wert der Gesamtgruppe und über dem Wert der entsprechenden Altersgruppe der deutschen Normstichprobe liegt. Dies bedeutet, dass die Patienten der Ruhigstellungsgruppe bessere Werte zur Messung des psychischen Gesundheitszustands als die deutsche Normstichprobe aufweisen. Die körperliche

Summenskala liegt im Mittel in der Ruhigstellungsgruppe vor dem Knochenbruch höher als in der Gesamtgruppe und der entsprechenden Altersgruppe der deutschen Normstichprobe. Bei den nächsten vier Untersuchungen werden niedrigere Werte erreicht. Nach sechs Monaten liegt der Wert wieder über dem der entsprechenden Altersgruppe aus der deutschen Normstichprobe. Folglich verfügen die Patienten vor dem Knochenbruch und nach sechs Monaten über einen besseren Gesundheitszustand als die Gleichaltrigen der Norm.

In der Mobilisierungsgruppe liegt der Wert der psychischen Summenskala zu jedem Zeitpunkt über dem der Gesamtgruppe und dem der gleichen Altersgruppe der Norm. Folglich erreichen die Patienten bessere Werte zum Maß der psychischen Gesundheit als die Norm. Bei der körperlichen Summenskala liegen die Werte bei jeder Untersuchung unter dem Wert der entsprechenden Altersgruppe der Norm. Vor dem Knochenbruch, nach drei und nach sechs Monaten liegen die Werte über denen der Gesamtgruppe der Norm. Während die frühfunktionellen Patienten geringere Werte auf der körperlichen Gesundheitsskala erreichen als ihre Gleichaltrigen der Norm, sind die Werte vor dem Knochenbruch, nach drei Monaten und nach sechs Monaten besser als in der Gesamtgesellschaft der Norm. Ihr Drei-Monats-Wert liegt knapp unter ihrem Ausgangswert.

Tabelle 93 Arithmetisches Mittel der KSK und der PSK für die deutsche Normstichprobe (12)

| Gruppe | Körperliche Summenskala | Psychische Summenskala |
|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Gesamtgruppe | 50,21 | 51,54 |
| 31-40 Jahre | 54,13 | 50,91 |
| 51-60 Jahre | 47,89 | 51,16 |

Tabelle 94 Arithmetische Mittel der psychischen Summenskala

| Gruppe | Anfang | Fadenzug | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ruhigstellung | 53,82 | 52,21 | 52,21 | 52,59 | 53,47 | 53,99 |
| Mobilisierung | 56,89 | 53,81 | 58,28 | 58,85 | 56,13 | 57,21 |

Tabelle 95 Arithmetische Mittel der körperlichen Summenskala

| Gruppe | Anfang | Fadenzug | 4 Wochen | 6 Wochen | 3 Monate | 6 Monate |
|----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ruhigstellung | 53,17 | 32,94 | 36,34 | 38,39 | 46,32 | 48,34 |
| Mobilisierung | 53,93 | 39,33 | 40,97 | 47,47 | 53,29 | 52,88 |

Der Vergleich zwischen den Studiengruppen und der Vergleich mit der Normstichprobe lassen an der Wertigkeit der psychischen Summenskala bei der Beurteilung des klinischen Ergebnisses nach distaler Radiusfraktur zweifeln. In beiden Gruppen erscheinen die Mittelwerte ziemlich stabil. Sie fallen bei keiner Untersuchung unter die der Normstichprobe. Es zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen psychischer Summenskala und Gruppenzugehörigkeit.

Im Gegensatz dazu zeigt die körperliche Summenskala eine deutliche Entwicklung im Verlauf der Untersuchungen. Außerdem zeigt sich nach 6 Wochen und nach drei Monaten ein signifikanter Zusammenhang zwischen ihr und der Gruppenzugehörigkeit. Auch aus dem Vergleich mit der Normstichprobe ist die Entwicklung der körperlichen Gesundheit im Verlauf der Untersuchungen gut ablesbar. Diese Summenskala erscheint ein gutes Instrument zur Messung der körperlichen Gesundheit in der Nachbehandlung einer distalen Radiusfraktur.

6.2.9 DASH, SF 36 und funktionelle Mischscores

Der DASH Score und die körperliche Summenskala des SF36 erscheinen beide ein gutes Instrument zur Beurteilung des klinischen Ergebnisses nach distaler Radiusfraktur. Die hoch signifikante Korrelation zwischen diesen beiden Variablen im untersuchten Patientenkollektiv legt nahe, dass man sich in einer Folgestudie auf eines der beiden Instrumente beschränkt. Da die psychische Summenskala im vorliegenden Patientenkollektiv kein geeigneter Verlaufsparemeter zur Untersuchung des klinischen Ergebnisses nach distaler Radiusfraktur darstellte, erscheint der DASH geeigneter. Alternativ zum DASH bietet sich seine Kurzform, der Quick-DASH an.

Der DASH-Wert korreliert ab der Untersuchung nach vier Wochen signifikant bis hoch signifikant mit den Werten der funktionellen Mischscores. Auch deren Ergebnisse korrelieren in den meisten Fällen signifikant bis hoch signifikant untereinander. Daher könnte der DASH-Wert in einer Folgestudie die Mischscores ersetzen. In einer 2005 von Jester et al. publizierten Studie wurde der DASH auf Korrelationen mit dem Krimmer-, dem Cooney Score, Bewegungsausmaß und Kraft untersucht. Die Autoren fanden wie in der vorliegenden Arbeit eine gute Korrelation zwischen dem DASH-Wert und den Mischscores. Es zeigte sich keine Korrelation zum Bewegungsausmaß und nur eine moderate Korrelation zur Kraft. Die Mischscores sind somit ersetzbar. Die Qualität der Parameter Bewegungsausmaß und Kraft bei der Verlaufsdarstellung wurde von den Autoren angezweifelt. Beide Messmethoden seien nicht geeignet, die Einschränkungen der Patienten voll wiederzugeben (45).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diese Daten. Auch die Tatsache, dass die Wertigkeit des DASH für die Radiusfraktur in mehreren Arbeiten untersucht wurde, spricht für ihn als geeignetes Kontrollinstrument (108,117). Es bleibt die Frage, warum der DASH bei der Untersuchung zum Fadenzug nicht mit den Ergebnissen der funktionellen Mischscores korreliert. Eine mögliche Ursache ist die unterschiedliche Bewertung von Bewegungseinschränkungen in den verschiedenen Messinstrumenten. Beim DASH wird nach den subjektiven Einschränkungen des Patienten gefragt. In die Berechnung der funktionellen Mischscores gehen gemessene Winkelgrößen ein. Möglicherweise fühlen sich die Patienten durch Bewegungsminderungen weniger stark eingeschränkt als die Winkelmessung vermuten lässt, was zu unterschiedlichen Ergebnissen des DASH-Scores im Vergleich zu den funktionellen Mischscores führt. Dieser Unterschied macht sich möglicherweise vor allem bei größeren Bewegungseinschränkungen, wie sie zum Zeitpunkt des Fadenzugs gegeben waren, bemerkbar.

6.2.10 Arbeit

Es zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Gruppenzugehörigkeit und Arbeitsmöglichkeit. Der Arbeitsstatus wurde nur zum Zeitpunkt der Untersuchungen dokumentiert. Das Datum des jeweiligen Arbeitsbeginns wurde nicht festgehalten. Dies könnte möglicherweise Unterschiede in den beiden Gruppen aufzeigen und sollte in einer Folgestudie festgehalten werden. Darüber hinaus sollten Daten zum Versicherungsstatus (BG, gesetzliche Krankenkasse, private Krankenkasse) und Arbeitstätigkeit (Arbeitnehmer, Beamter, selbständig) des Patienten erhoben werden. Diese Variablen können ebenfalls zu Unterschieden in der Wiederaufnahme der Arbeit führen. Im Rahmen der Studie wurden diese Daten dokumentiert, aber aufgrund der geringen Patientenzahl nicht im Hinblick auf den Arbeitsstatus ausgewertet.

7 Zusammenfassende Beurteilung

Die distale Radiusfraktur ist eine der häufigsten Frakturen des Menschen. Mit der Einführung winkelstabiler Implantate am distalen Radius wurde vor allem die frühfunktionelle Nachbehandlung als großer Vorteil dieser Versorgung angesehen. Die These, die frühe Mobilisation liefere bessere klinische Ergebnisse, ist nicht bewiesen. Die vorliegende Arbeit dient der Planung einer Folgestudie zur Überprüfung dieser These. Es wurden erste systematische Daten erhoben, um die Machbarkeit einer Folgestudie zu untersuchen und geeignete Effektorgrößen zu bestimmen. Hierzu wurden zwei Patientengruppen mit frühfunktioneller Nachbehandlung und mit Immobilisation für vier Wochen gebildet.

Die Ergebnisse zeigen die Machbarkeit einer Folgestudie. Hierbei wäre es sinnvoll, die Art der Randomisierung zu ändern und die Ausschlusskriterien um Patienten mit beidseits verletzten Armen und Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen auszudehnen. Die Überprüfung der Beweglichkeit nach zwei Wochen kann entfallen. Diese stellt streng genommen einen Verstoß gegen das Studienprotokoll dar. Es zeigten sich in einzelnen Untersuchungen schlechtere Werte in der Ruhigstellungsgruppe im Vergleich zur Mobilisierungsgruppe. Aufgrund der schlechten Vergleichbarkeit der beiden Gruppen können daraus keine eindeutigen Rückschlüsse gezogen werden. Bei anderen Parametern (z.B. Schmerz) deuteten sich Vorteile der Ruhigstellungsgruppe gegenüber der frühfunktionellen Gruppe an. Somit sollte der Schmerz in die Effektorgrößen einer Folgestudie aufgenommen werden. Die funktionellen Mischscores können durch den DASH ersetzt werden, was möglicherweise zum Zeitpunkt des Fadenzugs bedenklich ist. Dies war der einzige Termin ohne signifikante Korrelation zwischen DASH und funktionellen Mischscores.

Als Haupteffektorgröße für eine Folgestudie wird der DASH-Score vorgeschlagen. Dieser stellt den Verlauf gut dar, ist bereits in anderen Studien erfolgreich getestet worden (26,45,108,117) und lässt sich günstig und schnell ermitteln. Alternativ bietet sich der Quick-DASH an. Als Nebengrößen sollten Schmerzstärke mittels VAS und erster Schmerzauslöser dokumentiert werden. Es ist fraglich, ob Kraft und Bewegungsausmaß in die Nebengrößen aufgenommen werden sollten. Diese dokumentieren die Einschränkungen der Patienten nicht vollständig, sind aber bei der Frage Mobilisation vs. Ruhigstellung doch interessant. Im Rahmen einer Folgestudie sollte das genaue Datum des Wiedereintritts in die Arbeit festgehalten und als Nebengröße untersucht werden.

8 Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

1. Abraham A, Handoll H, Khan T. Interventions for treating wrist fractures in children (Review). The Cochrane Library 1-58, 2009.
2. Al-Rashid M, Theivendran K, Craigen M. Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures. The Journal of Bone & Joint Surgery (Br) 88 B: 1610-2, 2006.
3. Alffram A, Bauer G. Epidemiology of Fractures of the Forearm: A Biomechanical Investigation of Bone Strength. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 44: 105-14, 1962.
4. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M. Complications Following Internal Fixation of Unstable Distal Radius Fracture With a Palmar Locking-Plate. J Orthop Trauma 21: 316-22, 2007.
5. Arora R, Lutz M, Zimmermann R, Krappinger D, Gabl M, Pechlaner S. Grenzen der palmaren winkelstabilen Plattenosteosynthese bei instabilen distalen Radiusfrakturen. Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie 39: 34-41, 2007.
6. Atkins R. Aspects of current management. Complex Regional Pain Syndrome. The Journal of Bone & Joint Surgery (Br) 85-B: 1100-6, 2003.
7. Beaton DE, Wright JG, Katz JN, The Upper Extremity Collaborative Group. Development of the QuickDASH: Comparison of Three Item-Reduction Approaches. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 87-A: 1038-46, 2005.
8. Beck E, Gabl M. Konservative Behandlung distaler Radiusfrakturen - Indikation, Technik, Ergebnisse. Acta Chirurgica Austriaca 29: 194-6, 1997.
9. Bell J, Wollstein R, Citron N. Rupture of flexor pollicis longus tendon. A complication of volar plating of the distal radius. The Journal of Bone & Joint Surgery (Br) 80 B: 225-6, 1998.
10. Björkmann A, Jörgsholm P. Rupture of the extensor pollicis longus tendon : a study of aetiological factors. Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery 38: 32-5, 2004.
11. Böhler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung. 4 ed. Wien: Maudrich, 1933.
12. Bullinger M, Kirchberger I. SF 36 Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung. 1 ed. Göttingen: Hogrefe-Verlag GmbH & Co. KG, 1998.
13. Chen N, Jupiter J. Management of Distal Radial Fractures. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 89 A: 2051-62, 2007.

14. Clayton R, Gaston M, Ralston S, Court-Brown C, McQueen M. Association Between Decreased Bone Mineral Density and Severity of Distal Radial Fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 91-A: 613-9, 2009.
15. Colles A. On the Fracture of the Carpal Extremity of the Radius. *Edinb Med Surg J* 10: 181, 1814.
16. Cooney W, Bussey R, Dobyns J, Linscheid R. Difficult Wrist Fractures. Perilunate Fracture-Dislocations of the Wrist. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 214: 136-47, 1987.
17. Cooney W, Dobyns J, Linscheid R. Complications of Colles' Fractures. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 62: 613-9, 1980.
18. Cotton F. The Pathology of Fracture of the Lower Extremity of the Radius. *Annals of Surgery* 32: 194-218, 1900.
19. Cross A, Schmidt C. Flexor Tendon Injuries Following Locked Volar Plating of Distal Radius Fractures. *The Journal of Hand Surgery* 33 A: 164-7, 2008.
20. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. Distale Radiusfraktur. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. AWMF Online 2010.
21. Drobetz H, Bryant A, Pokorny T, Spitaler R, Leixnering M, Jupiter J. Volar fixed-angle plating of distal radius extension fractures: influence of plate position on secondary loss of reduction - a biomechanic study in a cadaveric model. *Journal of Hand Surgery* 31: 615-22, 2006.
22. Egol K, Kubiak E, Fulkerson E, Kummer F, Koval K. Biomechanics of Locked Plates and Screws. *J Orthop Trauma* 18: 488-93, 2004.
23. Engkvist O. Rupture of the Extensor Pollicis Longus Tendon after Fracture of the Lower end of the Radius - A Clinical and Microangiographic Study. *The Hand* 11: 76-86, 1979.
24. Espen D, Lauri G, Fernandez D. Stabilisierung von distalen Radiusfrakturen durch ein neuartiges, endomedulläres, winkelstabiles Implantat - erste Erfahrungen. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 39: 73-7, 2007.
25. Fanuele J, Koval K, Lurie J, Weiping Z, Tosteson A, Ring D. Distal Radial Fracture Treatment: What You Get May Depend on Your Age and Address. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 91 A: 1313-9, 2009.
26. Felderhoff J, Wiemer P, Dronsella J, Weber U. Operative Versorgung der distalen, instabilen Radiusfraktur mit der dorsalen / palmaren Abstützplatte. Eine retrospektive Studie unter Berücksichtigung des DASH-Score. *Orthopädie* 28: 853-63, 1999.
27. Fernandez D. Distal radius fracture: the rationale of a classification. *Chirurgie de la Main* 20: 411-25, 2001.
28. Fernandez J, Gruen G, Herndon J. Outcome of Distal Radius Fractures Using the Short Form 36 Health Survey. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 341: 41, 1997.

29. Firrell JC, Crain GM. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? *Journal of Hand Surgery* 21: 397-401, 1996.
30. Forward D, Lindau T, Melsom D. Intercarpal Ligament Injuries Associated with Fractures of the Distal Part of the Radius. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 89A: 2334-40, 2007.
31. Gartland J, Werley C. Evaluation of Healed Colles' Fracture. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 33: 895-907, 1951.
32. Gehrman S, Windolf J, Kaufmann R. Distal Radius Fracture Management in Elderly Patients. A Literature Review. *The Journal of Hand Surgery* 33 A: 421-9, 2008.
33. Geissler W, Freeland A, Savoie F, McIntyre L, Whipple T. Intracarpal Soft-Tissue Lesions Associated with an Intra-Articular Fracture of the Distal End of the Radius. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 78 A: 357-65, 1996.
34. Goris R, Leixnering M, Huber W, Figl M, Jandl M, Redl H. Delayed recovery and late development of complex regional pain syndrome in patients with an isolated fracture of the distal radius. Prediction of a regional inflammatory response by early signs. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Br)* 89 B: 1069-76, 2007.
35. Goyrand G. Mémoire sur les fractures de l'extrémité inférieure du radius qui simulent les luxations du poignet. *Gaz Med* 3: 664-7, 1832.
36. Gradl G, Wendt M, Gierer P, Beck M, Mittlmeier T. Intramedulläre Versorgung der distalen Radiusfraktur. *Trauma Berufskrankh* 10: 241-4, 2008.
37. Haentjens P, Casteleyn P. The Kapandji Pinning Technique for the Treatment of Fractures of the Distal Radius. *Operative Orthopädie und Traumatologie* 8: 20-30, 1996.
38. Haerle M, Schmidt G, Schaller H. Messung von Bewegungsumfängen, Sensibilität, Volumen, Kraft und Funktion der Hand. *Akt Traumatol* 32: 129-36, 2002.
39. Handoll H, Huntley J, Madhok R. External fixation versus conservative treatment for distal radial fractures in adults (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007.
40. Handoll H, Madhok R. Conservative interventions for treating distal radial fractures in adults (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003.
41. Handoll H, Madhok R, Howe T. Rehabilitation for distal radial fractures in adults (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006.
42. Handoll H, Vaghela M, Madhok R. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007.
43. Helal B, Chen S, Iwegbu G. Rupture of the Extensor Pollicis Longus Tendon in Undisplaced Colles' Type of Fracture. *The Hand* 14: 41-7, 1982.
44. Hudak P, Amadio P, Bombardier C. Development of an Upper Extremity Outcome Measure: The DASH. *American Journal of Industrial Medicine* 29: 602-8, 1996.

45. Jester A, Harth A, Wind G, Germann G, Sauerbier M. Ersetzt der Disability of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH-Fragebogen) die Erfassung von Bewegungsausmaß und Kraft bei der Bewertung von Ergebnissen? Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie 37: 126-30, 2005.
46. Jupiter J, Fernandez D. Complications Following Distal Radial Fractures. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 83 A: 1244-65, 2001.
47. Kalb K, Ludwig A, Tauscher A, Landsleitner B, Wiemer P, Krimmer H. Behandlungsergebnisse nach operativer Handgelenkversteifung. Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie 31: 259, 1999.
48. Kapandji A. Cotation clinique de l'opposition et de la contre-opposition du pouce. Annales de chirurgie de la main 5: 67-73, 1986.
49. Köck H, Bandl W-D, Chan T. Erfahrungen und Ergebnisse mit der winkelstabilen Platte bei 603 Radiusfrakturen. Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie 37: 303-8, 2005.
50. Koval K, Harrast J, Anglen J, Weinstein J. Fractures of the Distal Part of the Radius. The Evolution of Practice Over Time. Where's the Evidence? The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 90-A: 1855-61, 2008.
51. Krimmer H, Lanz U. Der posttraumatische karpale Kollaps. Verlauf und Therapiekonzept. Der Unfallchirurg 103: 260-6, 2000.
52. Kubiak E, Fulkerson E, Strauss E, Egol K. The Evolution of Locked Plates. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 88 A: 189-200, 2006.
53. Lamey D, Fernandez D. Results of the Modified Sauvé-Kapandji Procedure in the Treatment of Chronic Posttraumatic Derangement of the Distal Radioulnar Joint. The Journal of Bone & Joint Surgery 80-A: 1758-69, 1998.
54. Leixnering M, Pezzei C. Art und Dauer der postoperativen Ruhigstellung. 2008. http://www.handchirurgen.at/veranstaltungen/2007/fjkt_2007.php?id=03&uid=033 (Stand Februar 2009), Österreichische Gesellschaft für Handchirurgie. Ref Type: Video Recording
55. Lewis M. Median Nerve Decompression After Colles's Fracture. The Journal of Bone & Joint Surgery (Br) 60 B: 195-6, 1978.
56. Lichtman D, Schneider J, Swafford A, Mack G. Ulnar midcarpal instability - clinical and laboratory analysis. Journal of Hand Surgery 6 A: 515-23, 1981.
57. Lichtman D, Wroten E. Understanding Midcarpal Instability. Journal of Hand Surgery 31 A: 498, 2006.
58. Lozano-Calderón S, Souer S, Mudgal C, Jupiter J, Ring D. Wrist Mobilization Following Volar Plate Fixation of Fractures of the Distal Part of the Radius. The Journal of Bone & Joint Surgery (Am) 90 A: 1297-304, 2008.

59. Maciel JS, Taylor NF, McIlveen C. A randomised clinical trial of activity-focussed physiotherapy on patients with distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 125: 515-20, 2005.
60. Margalioth Z, Haase S, Kotsis S, Kim H, Chung K. A Meta-Analysis of Outcomes of External Fixation Versus Plate Osteosynthesis for Unstable Distal Radius Fractures. *The Journal of Hand Surgery* 30 A: 1185.e1-1185.e17, 2005.
61. McHorney CA, Ware JE, Lu JF, Sherbourne CD. The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Med Care* 32: 40-66, 1994.
62. McHorney CA, Ware JE, Raczek AE. The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Med Care* 31: 247-63, 1993.
63. McQueen M. Redisplaced unstable fractures of the distal radius. A randomised, prospective study of bridging versus non-bridging external fixation. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 80 B: 665-9, 1998.
64. McQueen M, Caspers J. Colles Fracture: Does the Anatomical Result Affect the Final Function. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Br)* 70 B: 649-51, 1988.
65. Mehling I, Meier M, Schlör U, Krimmer H. Multidirektionale winkelstabile Versorgung der instabilen distalen Radiusfraktur. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 39: 29-33, 2007.
66. Melone C. Articular fractures of the distal radius. *The Orthopedic Clinics of North America* 15: 217-36, 1984.
67. Mudgal C, Hastings H. Scapho-Lunate Diastasis in Fractures of the Distal Radius. Pathomechanics and Treatment Options. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)* 18 B: 725-9, 1993.
68. Müller M. AO Classification of Fractures. Long Bones. AO Publishing 2006.
69. Müller M, Nazarian S, Koch P, Schatzker J, Heim U. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. 1 ed. Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1990.
70. O'Neill T, Cooper C, Finn J, Lunt M, Purdie D, Reid D, Rowe R, Woolf A. Incidence of Distal Forearm Fracture in British Men and Women. *Osteoporosis International* 12: 555-8, 2001.
71. Oestern H-J. Distale Radiusfrakturen. Teil I. Grundlagen und konservative Therapie. *Chirurg* 70: 1180-92, 1999.
72. Oestern H-J. Distale Radiusfrakturen. Teil II. Operative Therapie. *Chirurg* 70: 1381-94, 1999.
73. Oestern H-J. Aktueller Stand der Behandlung von Radiusfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 5: 22-5, 2003.

74. Orbay J, Touhami A. Current Concepts in Volar Fixed-angle Fixation of Unstable Distal Radius Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 445: 58-67, 2008.
75. Osada D, Kamei S, Masuzaki K, Takai M, Kameda M, Tamai K. Prospective Study of Distal Radius Fractures Treated With a Volar Locking Plate System. *The Journal of Hand Surgery* 33 A: 691-700, 2008.
76. Pechlaner S. Pathomechanismus der Überstreckungsverletzung des Handgelenkes - Experimentelle Untersuchung und klinische Relevanz. *Acta Chirurgica Austriaca* 29: 172-6, 1997.
77. Pechlaner S. Einteilung distaler Radiusfrakturen. *Acta Chirurgica Austriaca* 29: 189-93, 1997.
78. Pechlaner S, Gabl M, Lutz M, Krappinger D, Leixnering M, Krulis B, Ulmer H, Rudisch A. Distale Radiusfrakturen - Ätiologie, Behandlungsmethoden und Ergebnisse. Basisarbeit der Multizenterstudie der Österreichischen Gesellschaft für Hand- und Mikrochirurgie der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 39: 19-28, 2007.
79. Pechlaner S, Kathrein A, Gabl M, Lutz M, Angermann R, Zimmermann R, Peer R, Peer S, Rieger M, Freund M, Rudisch A. Distale Radiusfrakturen und Begleitverletzungen. Experimentelle Untersuchungen zum Pathomechanismus. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 34: 150-7, 2002.
80. Pechlaner S, Sailer R, Suckert K, Beck E. Distale Radiusfrakturen - Frakturformen und Verletzungsmuster. *Unfallchirurgie* 14: 86-93, 1988.
81. Pouteau C. Oeuvres posthumes de M. Pouteau. *PD Pierres* 2: 251, 1783.
82. Prommersberger K-J, Kalb K, van Schoonhoven J. Die fehlverheilte distale Radiusfraktur - Biomechanik und operative Behandlungsmöglichkeiten. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 39: 9-18, 2008.
83. Protopsaltis T, Ruch D. Volar Approach to Distal Radius Fractures. *The Journal of Hand Surgery* 33 A: 958-65, 2008.
84. Puchalski P, Zyluk A. Complex Regional Pain Syndrome Type 1 After Fractures of the Distal Radius: A Prospective Study of the Role of Psychological Factors. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)* 30 B: 574-80, 2005.
85. Rappold G, Leixnering M, Pezzeti C. Diagnostik und Therapie karpaler Begleitverletzungen bei distalen Radiusfrakturen. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 33: 221-8, 2001.
86. Richards R, Bennett J, Roth J, Milne K. Arthroscopic Diagnosis of Intra-articular Soft Tissue Injuries Associated With Distal Radial Fractures. *The Journal of Hand Surgery* 22A: 772-6, 1997.
87. Rikli D, Babst R, Jupiter J. Distale Radiusfraktur: neue Konzepte als Basis für die operative Therapie. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 39: 2-8, 2007.

88. Rikli D, Honigmann P, Babst R, Cristalli A, Morlock M, Mittlmeier T. Intra-Articular Pressure Measurement in the Radioulnocarpal Joint Using a Novel Sensor: In Vitro and In Vivo Results. *Journal of Hand Surgery* 32 A: 67-75, 2007.
89. Rikli D, Regazzoni P. Distale Radiusfrakturen. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift* 129: 776-85, 1999.
90. Rikli D, Regazzoni P. Fractures of the Distal End of the Radius Treated By Internal Fixation and Early function - A Preliminary report of 20 Cases. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Br)* 78 B: 588-92, 1996.
91. Rozental T, Blazar P. Functional Outcome and Complications After Volar Plating for Dorsally Displaced, Unstable Fractures of the Distal Radius. *The Journal of Hand Surgery* 31 A: 359-65, 2006.
92. Schädel-Höpfner M, Böhringer G, Junge A, Celik I, Gotzen L. Arthroskopisch gesicherte Begleitverletzungen des skapholunären Bandapparates bei distalen Radiusfrakturen. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* 33: 229-33, 2001.
93. Schlummer T, Gilbert V, Fortmeier B, Lasek G. Versorgung der distalen Radiusfraktur mit isoelastischen, intramedullären Drähten. *Akt Traumatol* 37: 46-50, 2007.
94. Schmitt R. Funktionelle Anatomie und Biomechanik des Karpus. *Der Radiologe* 46: 638-48, 2006.
95. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Prometheus. Lernatlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 1 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2005.
96. Schürmann M, Gradl G, Zaspel J, Kayser M, Löhr P, Andress H-J. Peripheral sympathetic function as a predictor of complex regional pain syndrome type I (CRPS I) in patients with radial fracture. *Anatomic Neuroscience: Basic and Clinical* 86: 127-34, 2000.
97. Sennwald G. Das Handgelenk. 1 ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1987.
98. Siebert H, Klonz A. Distale Radiusfraktur. *Chirurg* 77: 545-63, 2006.
99. Simic P, Weiland A. Fractures of the Distal Aspect of the Radius: Changes in Treatment over the Past Two Decades. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Am)* 85: 552-64, 2003.
100. Slutsky D. Review Article. External Fixation of Distal Radius Fractures. *The Journal of Hand Surgery* 32 A: 1637, 2007.
101. Smahel Z, Klímová A. The influence of age and exercise on the mobility of hand joints: 1: Metacarpophalangeal joints of the three-phalangeal fingers. *Acta Chirurgiae Plasticae* 46: 81-8, 2004.
102. Smahel Z, Klímová A. The influence of age and exercise on the mobility of hand joints: 2: Interphalangeal joints of the three phalangeal fingers. *Acta Chirurgiae Plasticae* 46: 122-6, 2004.

103. Smahel Z, Klímová A. The effect of age and exercise on wrist mobility. *Acta Chirurgiae Plasticae* 47: 92-7, 2005.
104. Smahel Z, Klímová A. The influence of age and exercise on the mobility of hand joints: 3.thumb joints. *Acta Chirurgiae Plasticae* 47: 47-50, 2005.
105. Smektala R, Endres HG, Dasch B, Bonnaire F, Trampisch HJ, Plentka L. Die stationäre Behandlungsqualität der distalen Radiusfraktur in Deutschland. *Der Unfallchirurg* 112: 46-54, 2009.
106. Smith R. On Fractures of the Bones of the Fore-Arm, in the Vicinity of the Wrist-Joint. In: *A Treatise on Fractures in the Vicinity of Joints and on Other Accidental and Congenital Dislocations*. Dublin: Hodges & Smith, p. 129-175, 1854.
107. Solway S, Beaton DE, McConnell S, Bombardier C. The DASH Outcome Measure User's Manual. 2 ed. Toronto: Institute for Work & Health, 2002.
108. SooHoo N, McDonald A, Seiler J, McGillivray G. Evaluation of the Construct Validity of the DASH Questionnaire by Correlation to the SF-36. *The Journal of Hand Surgery* 27 A: 537-41, 2002.
109. Stewart AL, Hays RD, Ware JE. The MOS short-form general health survey. Reliability and validity in a patient population. *Med Care* 26: 724-35, 1988.
110. Strohm P, Müller C, Helwig P, Mohr B, Südkamp N. Ist die winkelstabile, palmare, 3,5-mm-T-Platte die Lösung für dislozierte, distale Radiusfrakturen? *Z Orthop Unfallchir* 145: 331-7, 2007.
111. Teßmann U-J, Schmidt J. Neue Aspekte in der Nachbehandlung distaler Radiusfrakturen. *Akt Traumatol* 36: 113-7, 2006.
112. Thielke K-H, Spors-Schrödter L, Wagner T, Soleymani H, Hillrichs B, Echtermeyer V. Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius: Lösung einer Problemfraktur? *Akt Traumatol* 32: 245-50, 2002.
113. Uzdil T, Winker KH. Distale Radiusfrakturen. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 2: 1-20, 2007.
114. Vasenius J. Operative Treatment of Distal Radius Fractures. *Scandinavian Journal of Surgery* 97: 290-7, 2008.
115. Wakefield AE, McQueen M. The role of physiotherapy and clinical predictors of outcome after fracture of the distal radius. *The Journal of Bone & Joint Surgery (Br)* 82 B: 972-6, 2000.
116. Ware JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30: 473-83, 1992.
117. Westphal T, Piatek S, Schubert S, Schuschke T, Winckler S. Reliabilität und Validität des Fragebogens "Upper-Limb-DASH" bei Patienten mit distalen Radiusfrakturen. *ZOrthop* 140: 447-51, 2002.

118. Wiemer P, Köster G, Felderhoff J, Weber U. Frakturen am distalen Radius. Wandel der therapeutischen Strategien. Orthopäde 28: 846-52, 1999.
119. Winker KH. Winkelstabile Plattensysteme am distalen Radius: Lösungsmöglichkeiten und Probleme. Akt Traumatol 35: 151-4, 2008.
120. Young B, Rayan G. Original Communications. Outcome Following Nonoperative Treatment of Displaced Distal Radius Fractures in Low-Demand Patients Older Than 60 Years. The Journal of Hand Surgery 25 A: 19-28, 2000.

9 Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1 Ringkonzept des Carpus nach Lichtman et al. (94) | 7 |
| Abbildung 2 Klassifikation der Radiusfrakturen nach AO (68,69), Abbildung rechts (71) ... | 11 |
| Abbildung 3 Fernandez Klassifikation: Typ I Biegebrüche, Typ II Abscherfrakturen, Typ III Kompressionsfrakturen, Typ IV Avulsionsfrakturen, Typ V Kombination (27,89) | 12 |
| Abbildung 4 Frakturklassifikation nach Pechlaner (77) | 14 |
| Abbildung 5 Einwirkende Kräfte (52) | 17 |
| Abbildung 6 Algorithmus zur Indikationsstellung bei der Therapie distaler Radiusfrakturen (20) | 18 |
| Abbildung 7 Fixierung über den PSR; Fraktur mit dorsoulnarem Fragment, das zusätzlich über einen Draht fixiert wurde (72) | 21 |
| Abbildung 8 Kapandji Technik (37) | 22 |
| Abbildung 9 Versorgung mittels Schraube und Bohrdraht (72) | 23 |
| Abbildung 10 Beispiel für ein intramedulläres Osteosynthesesystem (24) | 26 |
| Abbildung 11 Beurteilung der Opposition nach Kapandji (48) | 32 |
| Abbildung 12 Übersicht über Teilnahme an Untersuchungen | 49 |
| Abbildung 13 Schmerz in der Ruhigstellungsgruppe | 51 |
| Abbildung 14 Schmerz in der Mobilisierungsgruppe | 51 |
| Abbildung 15 Diagramm zum zeitlichen Verlauf der Extension in beiden Gruppen | 59 |
| Abbildung 16 Zeitlicher Verlauf der Flexion in beiden Gruppen | 60 |
| Abbildung 17 Zeitlicher Verlauf des ROM E/F in beiden Gruppen | 61 |
| Abbildung 18 Zeitlicher Verlauf der Radialabduktion in beiden Gruppen | 62 |
| Abbildung 19 Zeitlicher Verlauf der Ulnarabduktion in beiden Gruppen | 64 |
| Abbildung 20 Zeitlicher Verlauf des ROM R/U in beiden Gruppen | 65 |
| Abbildung 21 Zeitlicher Verlauf der Pronation in beiden Gruppen | 66 |
| Abbildung 22 Zeitlicher Verlauf der Supination in beiden Gruppen | 67 |
| Abbildung 23 Zeitlicher Verlauf des ROM P/S in beiden Gruppen | 67 |
| Abbildung 24 Zeitlicher Verlauf der Beweglichkeit im Vergleich zur Gegenseite in E/F (blau=Fadenzug, grün=4Wo, grau=6Wo, violett=3Mo, gelb=6 Mo) | 69 |
| Abbildung 25 zeitlicher Verlauf des Vergleichs der Beweglichkeit zur Gegenseite in Radial- /Ulnarabduktion für beide Gruppen (blau=FZ, grün=4Wochen, grau=6Wochen, violett=3Monate, gelb=6Monate) | 70 |
| Abbildung 26 Zeitlicher Verlauf für Quotient ROM Studienarm/ROM Kontrollarm in Pronation/Supination für beide Gruppen (blau=Fadenzug, grün=4Wo, grau=6Wochen, violett=3Monate, gelb=6Monate) | 73 |
| Abbildung 27 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Grip) in beiden Gruppen | 75 |
| Abbildung 28 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Grip) im Vergleich zur Gegenseite in beiden Gruppen | 77 |
| Abbildung 29 Zeitlicher Verlauf der Kraft (Pinch) in beiden Gruppen | 79 |
| Abbildung 30 Kraft (Pinch) im Vergleich zur Gegenseite in beiden Gruppen | 81 |
| Abbildung 31 DASH Score in der frühfunktionellen Gruppe | 89 |
| Abbildung 32 DASH Score in der Ruhigstellungsgruppe | 89 |
| Abbildung 33 Körperliche Summenskala in der Ruhigstellungsgruppe | 92 |
| Abbildung 34 Körperliche Summenskala in der Mobilisierungsgruppe | 92 |
| Abbildung 35 Psychische Summenskala in der Ruhigstellungsgruppe | 95 |
| Abbildung 36 Psychische Summenskala in der Mobilisierungsgruppe | 95 |

10 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------|---|
| PSR | Processus styloideus radii |
| PSU | Processus styloideus ulnae |
| TFCC | Triangulärer fibrocartilaginärer Komplex |
| SL | Scapholunär |
| LT | Lunotriquetral |
| DISI | Dorsal intercalated segmental instability |
| PISI | Palmar intercalated segmental instability |
| MCP | Metacarpophalangeal |
| DRUG | Distales Radioulnargelenk |
| CRPS | Chronisch regionales Schmerzsyndrom |
| VAS | Visuelle Analog-Schmerzskala |
| ROM | Range of Motion |
| KSK | Körperliche Summenskala |
| PSK | Psychische Summenskala |

11 Anhang

A. Zusätzliche statistische Auswertung

Tabelle 96: Rangsummen und mittlere Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Cooney Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-------------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| Cooney Score am FZ | Ruhigstellung | 13 | 11,50 | 149,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,19 | 81,50 |
| Cooney Score nach 4 Wo | Ruhigstellung | 13 | 12,00 | 156,00 |
| | Mobilisation | 8 | 9,38 | 75,00 |
| Cooney Score nach 6 Wo | Ruhigstellung | 16 | 13,75 | 220,00 |
| | Mobilisation | 8 | 10,00 | 80,00 |
| Cooney Score nach 3 Mo | Ruhigstellung | 13 | 12,88 | 167,50 |
| | Mobilisation | 8 | 7,94 | 63,50 |
| Cooney Score nach 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 12,85 | 167,00 |
| | Mobilisation | 8 | 8,00 | 64,00 |

Tabelle 97: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Cooney Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 45,500 | 39,000 | 44,000 | 27,500 | 28,000 |
| Wilcoxon-W | 81,500 | 75,000 | 80,000 | 63,500 | 64,000 |
| Z | -1,275 | -1,847 | -1,475 | -1,899 | -1,861 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,202 | 0,065 | 0,140 | 0,058 | 0,063 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,645 ^a | 0,374 ^a | 0,238 ^a | 0,076 ^a | 0,089 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Tabelle 98: Rangsummen und mittlere Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Mayo Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| Mayo Score am FZ | Ruhigstellung | 13 | 11,19 | 145,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,69 | 85,50 |
| Mayo Score nach 4 Wo | Ruhigstellung | 13 | 12,00 | 156,00 |
| | Mobilisation | 8 | 9,38 | 75,00 |
| Mayo Score nach 6 Wo | Ruhigstellung | 16 | 13,97 | 223,50 |
| | Mobilisation | 8 | 9,56 | 76,50 |
| Mayo Score nach 3 Mo | Ruhigstellung | 13 | 12,73 | 165,50 |
| | Mobilisation | 8 | 8,19 | 65,50 |
| Mayo Score nach 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 12,08 | 157,00 |
| | Mobilisation | 8 | 9,25 | 74,00 |

Tabelle 99: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Mayo Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 49,500 | 39,000 | 40,500 | 29,500 | 38,000 |
| Wilcoxon-W | 85,500 | 75,000 | 76,500 | 65,500 | 74,000 |
| Z | -0,356 | -1,847 | -1,899 | -1,750 | -1,112 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,722 | 0,065 | 0,058 | 0,080 | 0,266 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,860 ^a | 0,374 ^a | 0,153 ^a | 0,104 ^a | 0,336 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Tabelle 100: Rangsummen und mittlere Ränge für Mann-Whitney-U-Test für Krimmer Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--------------------------------|---------------|----|----------------|-----------|
| Krimmer Score am FZ | Ruhigstellung | 13 | 11,50 | 149,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,19 | 81,50 |
| Krimmer Score nach 4 Wo | Ruhigstellung | 13 | 12,27 | 159,50 |
| | Mobilisation | 8 | 8,94 | 71,50 |
| Krimmer Score nach 6 Wo | Ruhigstellung | 16 | 14,19 | 227,00 |
| | Mobilisation | 8 | 9,12 | 73,00 |
| Krimmer Score nach 3 Mo | Ruhigstellung | 13 | 11,46 | 149,00 |
| | Mobilisation | 8 | 10,25 | 82,00 |
| Krimmer Score nach 6 Mo | Ruhigstellung | 13 | 11,42 | 148,50 |
| | Mobilisation | 8 | 10,31 | 82,50 |

Tabelle 101: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für Krimmer Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | FZ | 4 Wo | 6 Wo | 3 Mo | 6 Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 45,500 | 35,500 | 37,000 | 46,000 | 46,500 |
| Wilcoxon-W | 81,500 | 71,500 | 73,000 | 82,000 | 82,500 |
| Z | -1,275 | -1,745 | -1,754 | -0,459 | -0,585 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,202 | 0,081 | 0,079 | 0,646 | 0,559 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,645 ^a | 0,238 ^a | 0,106 ^a | 0,697 ^a | 0,697 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

Tabelle 102: Rangsummen und mittlere Ränge für DASH Score und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | Gruppe | N | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------------|-------------------------|----------|-----------------------|------------------|
| DASH1 | Ruhigstellung | 17 | 14,82 | 252,00 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 9,12 | 73,00 |
| DASHFZ | Ruhigstellung | 16 | 14,47 | 231,50 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 8,56 | 68,50 |
| DASH4Wo | Ruhigstellung | 16 | 14,28 | 228,50 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 8,94 | 71,50 |
| DASH6Wo | Ruhigstellung | 17 | 15,06 | 256,00 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 8,62 | 69,00 |
| DASH3Mo | Ruhigstellung | 16 | 14,16 | 226,50 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 9,19 | 73,50 |
| DASH6Mo | Ruhigstellung | 15 | 13,37 | 200,50 |
| | Frühfunktionelle Gruppe | 8 | 9,44 | 75,50 |

Tabelle 103: Statistik für Mann-Whitney-U-Test für DASH und Gruppenzugehörigkeit ohne Patienten mit schwerwiegenden Begleitverletzungen

| | DASH1 | FZ | 4Wo | 6Wo | 3Mo | 6Mo |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mann-Whitney-U | 37,000 | 32,500 | 35,500 | 33,000 | 37,500 | 39,500 |
| Wilcoxon-W | 73,000 | 68,500 | 71,500 | 69,000 | 73,500 | 75,500 |
| Z | -1,954 | -1,932 | -1,748 | -2,041 | -1,625 | -1,332 |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 0,051 | 0,053 | 0,080 | 0,041 | 0,104 | 0,183 |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 0,075 ^a | 0,052 ^a | 0,081 ^a | 0,043 ^a | 0,106 ^a | 0,190 ^a |

a. Nicht für Bindungen korrigiert.

B. Patienteninformationsblatt

Patienteninformationsblatt

Pilotstudie: Prospektive, randomisierte, klinische Pilotstudie zur Untersuchung der postoperativen Nachbehandlung von Patienten mit distaler Radiusfraktur nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese

Sie haben sich einen instabilen, handgelenksnahen Speichenbruch zugezogen, der operativ mit einer palmaren Platte versorgt worden ist. Diesem Eingriff folgt nun die Nachbehandlungsphase. Für diese gibt es zum jetzigen Zeitpunkt keinen wissenschaftlich belegten Therapieplan. Insbesondere ist offen, wie sich eine Ruhigstellung im Vergleich zu einer frühen Mobilisierung auf die Wiederherstellung Ihrer Lebensqualität auswirkt. Hierzu wird derzeit von der unfallchirurgischen Abteilung der Universitätsklinik Regensburg eine klinische Studie durchgeführt.

Ziel der Studie ist es, erste systematische Daten zu sammeln, wie sich die Ruhigstellung auf das klinische Ergebnis von Patienten, deren instabiler, handgelenksnaher Speichenbruch mit einer palmaren Platte versorgt wurde, auswirkt. Hierzu werden zwei Gruppen gebildet. In der einen Gruppe wird das verletzte Handgelenk konsequent für vier Wochen ruhig gestellt. Die andere Gruppe trägt die Schiene für zwei Wochen, darf das Handgelenk aber bereits direkt nach der Operation bewegen. Von beiden Gruppen werden die gleichen Daten erhoben. Die Studienergebnisse sollen zur genauen Planung einer umfangreicheren Studie beitragen, um die postoperative Nachbehandlung zukünftiger Patienten mit derartigen Brüchen zu verbessern.

Sollten Sie sich zur Teilnahme an der Studie bereit erklären, werden Sie nach dem Zufallsprinzip einer Gruppe mit bestimmtem Ruhigstellungsplan zugeteilt. Die weitere Nachbehandlung wird wie üblich durchgeführt und beinhaltet regelmäßige Untersuchungen in unserer Klinik. An diesen Tagen werden auch die postoperativen Röntgenaufnahmen angefertigt. Im Unterschied zur herkömmlichen Nachuntersuchung werden bei Studienteilnahme die Bewegungsausmaße der Hand- und Fingergelenke genauer überprüft und exakter festgehalten. Ein zusätzlicher Aufwand, den eine Studienteilnahme für Sie bedeutet, liegt in der Beantwortung von Fragebögen. Diese werden im Rahmen der üblichen Nachuntersuchungen an fünf Terminen besprochen. Dies nimmt jeweils ca. 15 Minuten in Anspruch. Die Teilnahme an der Studie endet für Sie nach sechs Monaten.

Die im Rahmen der Studie erhobenen Daten werden in pseudonymisierter Form (das heißt ohne Nennung von Name, Vorname, Geburtsname, Adresse und Telefonnummer) gespeichert, zur wissenschaftlichen Auswertung verwandt und nicht weitergeleitet. Die mit der Datenauswertung und Datenüberprüfung beauftragten Personen sind zur Beachtung der gesetzlichen Vorschriften zum Datenschutz verpflichtet.

Wenn Sie an der Studie teilnehmen möchten, bitten wir Sie, die Untersuchungstermine einzuhalten und vor einer anderen medizinischen Behandlung – mit Ausnahme von Notfällen - mit dem für die Studie verantwortlichen Arzt Rücksprache zu halten. Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen beendet werden. Wenn Sie nicht teilnehmen möchten, entstehen Ihnen dadurch keine Nachteile.

Bei Fragen und für weitere Informationen steht Ihnen der verantwortliche Arzt, Herr Dr. Ulrich Schächinger, gerne zur Verfügung. Hierzu können Sie jederzeit unter 0941 / 944 – 6810 (Leitstelle Chirurgie) einen Termin für die handchirurgische Sprechstunde (Mo-Do, 12-15 Uhr) vereinbaren.

C. Einverständniserklärung

Einverständniserklärung am Forschungsprojekt:

Pilotstudie: Prospektive, randomisierte, klinische Pilotstudie zur Untersuchung der postoperativen Nachbehandlung von Patienten mit distaler Radiusfraktur nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese

Einwilligung des Patienten

Ich bin durch den behandelnden Arzt mündlich und schriftlich über Ziel, Dauer, Ablauf und Nutzen der klinischen Studie aufgeklärt worden. Ich hatte Gelegenheit, Fragen zu stellen. Diese wurden mir vom aufklärenden Arzt verständlich beantwortet. Ich hatte genügend Zeit, um meine Entscheidung zur Teilnahme an dieser klinischen Studie frei zu treffen.

Ich weiß, dass meine Teilnahme an der klinischen Studie völlig freiwillig ist und dass ich diese Einwilligung jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen kann, ohne dass mir daraus Nachteile für meine weitere Behandlung entstehen. Ich wurde darum gebeten, den behandelnden Arzt zu informieren, falls ich die klinische Studie abbrechen sollte.

Mir ist bekannt, dass ich mich während der klinischen Studie – mit Ausnahme von Notfällen – einer anderen medizinischen Behandlung nur nach vorheriger Rücksprache mit dem für die klinische Studie verantwortlichen Arzt unterziehen darf. Ich weiß, dass bei Studienteilnahme die Nachuntersuchung im Hinblick auf die Bewegungsausmaße detaillierter ausfällt. Im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen werden Fragebögen ausgefüllt.

Ich erkläre mich mit meiner Teilnahme an der genannten klinischen Studie einverstanden. Ich stimme der Aufzeichnung meiner Krankheitsdaten sowie der pseudonymisierten Speicherung und wissenschaftlichen Auswertung meiner personenbezogenen Daten zu. Mir ist bekannt, dass die gesetzlichen Vorschriften zum Datenschutz eingehalten werden.

Eine Kopie dieser Einwilligungserklärung und der Patienteninformation habe ich erhalten.

Ich bin einverstanden, dass mein Hausarzt über meine Teilnahme an der Studie unterrichtet wird:

☐ ja

☐ nein

(Ort, Datum – vom Patienten einzutragen)

(Unterschrift Patient)

Erklärung des Arztes

Der Patient wurde von mir über Ziel, Dauer, Ablauf und Nutzen der klinischen Studie mündlich und schriftlich aufgeklärt. Aufgetretene Fragen wurden von mir verständlich und ausreichend beantwortet. Der Patient hat ohne Zwang seine Einwilligung erteilt. Eine Kopie der schriftlichen Patienteninformation und dieser Patienteneinwilligung hat der Patient von mir erhalten. Die gesetzlichen Vorschriften zum Datenschutz werden eingehalten.

(Ort, Datum)

(Unterschrift Prüfarzt)

D. Votum der Ethikkommission



Universität Regensburg

Klinikum der Universität Regensburg D-93042 Regensburg

Herrn
Dr. Schächinger
Abteilung Unfallchirurgie
-Hauspost-

**ETHIKKOMMISSION
an der Universität Regensburg**

Geschäftsstelle

Vorsitzender der Ethikkommission:
PD Dr. med. Jörg Marienhagen

Klinikum der Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
93053 Regensburg
Telefon (0941) 944-5382
Telefax (0941) 944-5388

ethikkommission@klinik.uni-regensburg.de
Regensburg, 12.07.2007

Nr.07/077

Prospektive, randomisierte, klinische Studie zur Untersuchung der postoperativen Nachbehandlung von Patienten mit distaler Radiusfraktur nach palmarer winkelstabiler Plattenosteosynthese

Der Kommission vorgelegte Unterlagen zur Studie:

Studienprotokoll vom 06.05.2007 Version 1.2 Patienteninformation und Einwilligung, Version 1.3 vom 13.05.2007 Antrag vom 14.05.2007, Literaturverzeichnis

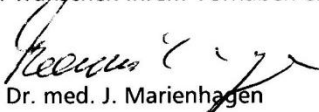
Sehr geehrter Herr Dr. Schächinger,

die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg hat in ihrer Sitzung am 31.05.2007 über das o.g. Vorhaben auf Grundlage der oben angegebenen Unterlagen beraten.

Nachdem alle Auflagen erfüllt sind, erhalten Sie nun ein uneingeschränkt positives Votum des Vorhabens.

1. Unabhängig vom Beratungsergebnis verbleibt die ärztliche und juristische Verantwortung beim Projektleiter und seinen Mitarbeiter
2. Die Auflagen der Deklaration von Helsinki des Weltärztebundes in der Fassung von Somerset West / Südafrika 1996 hinsichtlich der ethischen und rechtlichen Aspekte biomedizinischer Forschung am Menschen sind strikt zu beachten.
3. Bitte beachten Sie, dass alle Änderungen oder Erweiterungen in Protokoll sowie der Patienteninformation und -aufklärung schriftlich der Ethikkommission mitgeteilt werden müssen. Die Korrekturen sind in der jeweils überarbeiteten Version deutlich kenntlich zu machen.
4. Die Ethikkommission erwartet, dass ihr alle schwerwiegenden oder unerwarteten unerwünschten Ereignisse (u.a. alle Todesfälle), die während der Studie auftreten und die Sicherheit der Studienteilnehmer oder die Durchführung der Studie beeinträchtigen können (§40, Abs. 1, Satz 4 AMG), unverzüglich schriftlich mitgeteilt werden. Dieses sollte in Verbindung mit einer Stellungnahme des Leiters der Klinischen Prüfung geschehen, ob aus deren Sicht die Nutzen-Risiko-Relation des Vorhabens verändert ist.
5. Der Ethikkommission muss der Abbruch oder Abschluss einer Studie mitgeteilt werden. Eine Publikation bzw. der Abschlussbericht der Studie sollte zum gegebenen Zeitpunkt nachgereicht werden. Bei Langzeitstudien bittet die Kommission 12 Monate nach Studienbeginn um Übersendung eines Zwischenberichtes.
6. Handelt es sich bei o.g. Vorhaben um eine Klinische Studie gemäß §§ 19-24 MPG, wurde von Seiten der Kommission das Vorliegen aller Voraussetzungen gemäß § 20 Abs. 8 MPG geprüft.
7. Die Ethikkommission bestätigt die Bearbeitung gemäß ICH/GCP-Richtlinien.

Wir wünschen Ihrem Vorhaben ein gutes Gelingen.


PD Dr. med. J. Marienhagen
(Vorsitzender der Ethikkommission)

Anlagen: Mitgliederliste der Ethikkommission

E. Erklärung zur Dissertation

Herr Dr. med. Ulrich Schächinger, Leiter des Funktionsbereichs Handchirurgie der Abteilung für Unfallchirurgie, hat die Dissertation angeregt und ihre Ausarbeitung überwacht.

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation steht. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

F. Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN

Ursula Schmid

geboren am 01.02.1985

in Straubing

als drittes Kind von Hildegard Schmid (Realschullehrerin)

und Gerhard Schmid (RiVGH a.D., berufsmäßiger Stadtrat in Straubing)

Familienstand: ledig

AUSBILDUNG

Schulbildung

1991 — 2004

Grundschule und Gymnasium in Straubing

Abschluss: Abitur

Hochschulbildung

2004 — 2010

Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg

09/2006: Erstes Staatsexamen

10/2010: Zweites Staatsexamen

Famulaturen

2007 — 2008

Abteilung für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Regensburg (1 Monat)

Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Klinikum St. Elisabeth, Straubing (1 Monat)

Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinikum Regensburg (2 Wochen)

Allgemeinmedizin, Landarztpraxis Dr. Hlawka, Oberschneiding (1 Monat)

Abteilung für Unfallchirurgie, Unfallkrankenhaus Lorenz Böhler, Wien (1 Monat)

Praktisches Jahr

2009 — 2010

Innere Medizin: University Hospital of Northern Staffordshire, Newcastle-Under-Lyme

Innere Medizin: Universitätsklinikum Regensburg

Chirurgie: Universitätsklinikum Regensburg

Röntgendiagnostik: Universitätsklinikum Regensburg

BERUF

WS 05/06, SS 07: Studentische Hilfskraft im Anatomiekurs, Universität Regensburg

2007-2009: Assistentin im Operationssaal, Abteilung für Unfallchirurgie, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Regensburg

ab 01.02.11: Assistenzärztin in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Zentralklinikum Augsburg

ZUSÄTZLICHES

EDV: Word, Grundkenntnisse in SPSS

Fremdsprachkenntnisse: Englisch flüssig in Wort und Schrift, Grundkenntnisse in Französisch und Italienisch

Hobbies: Lesen, Reisen, Kino, Theater, Oper, Sport

G. Danksagung

Ich danke allen, die mich bei der vorliegenden Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt dem Betreuer meiner Doktorarbeit, Herrn Dr. Ulrich Schächinger, für die Überlassung des Themas. Er nahm sich stets Zeit für die Belange der Arbeit, war offen für neue Ideen und stand mir tatkräftig zur Seite. Außerdem war er mir in den letzten Jahren ein wertvoller Ratgeber über die Doktorarbeit hinaus.

Ich danke Herrn Professor Dr. Michael Nerlich für die Möglichkeit, in der Abteilung für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Regensburg zu promovieren. Im Rahmen der klinischen Forschungsklausuren konnte ich von seiner konstruktiven Kritik stets profitieren.

Herzlichen Dank an Frau Dr. Michaela Huber und Herrn Dr. Jul Herbig, die mich bei der Planung und Umsetzung der Arbeit mit Anregungen und persönlichen Erfahrungen unterstützten.

Vielen Dank an Herrn Privatdozent Dr. Jörg Marienhagen für die Anregungen zur statistischen Analyse.

Ich danke allen Patienten, die an der Studie teilgenommen haben. Ohne ihre Teilnahmebereitschaft hätte die Arbeit nicht durchgeführt werden können.

Vielen Dank an die Mitarbeiter der Poliklinik Chirurgie für ihre Mithilfe in organisatorischen Dingen.

Ich danke meinen Freunden und meiner Familie für die moralische Unterstützung.